

Inaugural-Dissertation

zum Thema

---

**Berücksichtigung von Wechselwirkungen  
im morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich**

---

zur

Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Wirtschaftswissenschaften  
(Dr. rer. pol.)

durch den Fachbereich Wirtschaftswissenschaften

der Universität Duisburg-Essen  
Campus Essen

vorgelegt 2011 von  
Diplom-Kauffrau Sonja Schillo  
(geboren in Köln)

Dekan: Prof. Dr. Michael Goedicke

Erstgutachter: Prof. Dr. Jürgen Wasem

Zweitgutachter: Prof. Dr. Walter Assenmacher

Tag der mündlichen Prüfung: 22.12.2011

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>VIII</b>
<b>Abkürzungs- und Akronymverzeichnis</b>	<b>IX</b>
<b>Verzeichnis der verwendeten Variablen</b>	<b>XI</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Hintergrund</b>	<b>5</b>
2.1 Das Gesundheitssystem . . . . .	5
2.1.1 Solidaritätsprinzip . . . . .	5
2.1.2 Wettbewerb im Gesundheitssystem . . . . .	6
2.1.3 Solidarität und Wettbewerb . . . . .	7
2.2 Der Risikostrukturausgleich . . . . .	10
2.3 Gesundheitsfonds und Morbi-RSA . . . . .	14
<b>3 Morbiditätsorientierter Risikostrukturausgleich</b>	<b>19</b>
3.1 Datenbasis . . . . .	20
3.1.1 Stichprobenkonzept . . . . .	20
3.1.2 Pseudonymisierungsverfahren . . . . .	21
3.1.3 Datenmeldung . . . . .	22
3.1.4 Datensatzstruktur . . . . .	22
3.1.5 Datenplausibilisierung . . . . .	26
3.2 Krankheitsauswahl . . . . .	33
3.2.1 Der Begriff der Krankheit . . . . .	35
3.2.2 Der Begriff der Chronizität . . . . .	36
3.2.3 Der Begriff des schwerwiegenden Verlaufs . . . . .	36
3.2.4 Der Begriff der Kostenintensität . . . . .	36
3.2.5 Die Schwellenwertprüfung . . . . .	37
3.3 Versichertenklassifikation . . . . .	37
3.3.1 Auswahl des Klassifikationsmodells . . . . .	37
3.3.2 Zuordnung zu den Alters- und Geschlechtsgruppen . . . . .	40
3.3.3 Zuordnung zu den Erwerbsminderungsgruppen . . . . .	41

---

3.3.4	Zuordnung zu den Morbiditätsgruppen . . . . .	41
3.3.5	Zuordnung zu weiteren Gruppen . . . . .	48
3.4	Regressionsverfahren und Zuweisungsberechnung . . . . .	49
<b>4</b>	<b>Wechselwirkungen im Risikostrukturausgleich</b>	<b>54</b>
4.1	Morbidität . . . . .	54
4.1.1	Definition der Multimorbidität . . . . .	55
4.1.2	Auswirkungen der Multimorbidität . . . . .	56
4.2	Alter, Geschlecht und Erwerbsminderungsstatus . . . . .	60
<b>5</b>	<b>Methodisches Vorgehen</b>	<b>64</b>
5.1	Statistische Grundlagen . . . . .	64
5.2	Bisherige Forschungsergebnisse . . . . .	66
5.2.1	Ergebnisse aus den USA . . . . .	66
5.2.2	Ergebnisse aus Deutschland . . . . .	70
5.3	Auswahl der Interaktionen . . . . .	72
5.3.1	Krankheitsinteraktionen . . . . .	73
5.3.2	Geschlechts-, Alters-, Erwerbsminderungsinteraktionen	77
5.3.3	Modelle . . . . .	79
5.3.4	Auswahlkriterien . . . . .	81
5.4	Schätzung . . . . .	88
5.4.1	Schätzverfahren . . . . .	88
5.4.2	Multikollinearität . . . . .	90
5.4.3	Schätzvorgehen . . . . .	91
5.4.4	Statistiksoftware . . . . .	93
5.5	Gütemaße . . . . .	93
5.5.1	Das Bestimmtheitsmaß . . . . .	93
5.5.2	Cumming's Prediction Measure . . . . .	96
5.5.3	Die Vorhersagerelation . . . . .	96
<b>6</b>	<b>Datensatzbeschreibung</b>	<b>99</b>
<b>7</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>106</b>
7.1	Variablen je Modell . . . . .	106
7.1.1	Modell 1: Altersinteraktionen . . . . .	106
7.1.2	Modell 2: Geschlechtsinteraktionen . . . . .	107

---

7.1.3	Modell 3: Erwerbsminderungsinteraktionen . . . . .	108
7.1.4	Modell 4: Krankheitsinteraktionen . . . . .	108
7.1.5	Modell 5: Gesamtmodell . . . . .	109
7.2	Allgemeine Gütemaße . . . . .	110
7.2.1	Das Bestimmtheitsmaß . . . . .	110
7.2.2	Cumming's Prediction Measure . . . . .	111
7.2.3	Vorhersagerelationen . . . . .	111
7.3	Ergebnisse der einzelnen Modelle . . . . .	115
7.3.1	Modell 1: Altersinteraktionen . . . . .	116
7.3.2	Modell 2: Geschlechtsinteraktionen . . . . .	127
7.3.3	Modell 3: Erwerbsminderungsinteraktionen . . . . .	133
7.3.4	Modell 4: Krankheitsinteraktionen . . . . .	139
7.3.5	Modell 5: Gesamtmodell . . . . .	146
<b>8</b>	<b>Diskussion</b>	<b>162</b>
8.1	Bildung der Interaktionsvariablen . . . . .	162
8.1.1	Bildung der Krankheitsinteraktionen . . . . .	162
8.1.2	Bildung der Altersinteraktionen . . . . .	165
8.1.3	Bildung der Erwerbsminderungsinteraktionen . . . . .	166
8.1.4	Sonstige Interaktionen . . . . .	167
8.2	Auswahl der Interaktionsvariablen . . . . .	167
8.2.1	Häufigkeitskriterium . . . . .	168
8.2.2	Relevanzkriterium . . . . .	169
8.2.3	Signifikanzkriterium . . . . .	170
8.3	Bewertung der Güte der Modelle . . . . .	171
8.3.1	Bestimmtheitsmaß und Cumming's Prediction Measure	171
8.3.2	Mittlerer Absoluter Vorhersagefehler . . . . .	173
8.3.3	Vorhersagerelationen . . . . .	173
8.3.4	Notwendigkeit eines Zielsystems . . . . .	175
8.4	Ergebnisse der einzelnen Modelle . . . . .	176
8.4.1	Modell 1: Altersinteraktionen . . . . .	180
8.4.2	Modell 2: Geschlechtsinteraktionen . . . . .	186
8.4.3	Modell 3: Erwerbsminderungsinteraktionen . . . . .	187
8.4.4	Modell 4: Krankheitsinteraktionen . . . . .	190
8.4.5	Modell 5: Gesamtmodell . . . . .	193

8.5 Die Stichprobe . . . . .	196
8.6 Validierung der Modelle . . . . .	197
8.7 Medizinische Plausibilität . . . . .	199
<b>9 Fazit</b>	<b>200</b>
<b>Literatur</b>	<b>204</b>
<b>A Koeffizientenschätzer</b>	<b>234</b>
A.1 Status Quo Modell . . . . .	234
A.2 Modell 1: Altersinteraktionen . . . . .	239
A.3 Modell 2: Geschlechtsinteraktionen . . . . .	247
A.4 Modell 3: Erwerbsminderungsinteraktionen . . . . .	253
A.5 Modell 4: Krankheitsinteraktionen . . . . .	260
A.6 Modell 5: Gesamtmodell . . . . .	268
<b>B Bezeichnungen der Morbiditätsgruppen</b>	<b>279</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Finanzströme im GKV-System . . . . .	15
Abb. 2	Zuweisungen aus dem Gesundheitsfonds . . . . .	16
Abb. 3	Ablauf des Fehlerverfahrens . . . . .	27
Abb. 4	Ablauf der Datenprüfung . . . . .	30
Abb. 5	Ablauf der medizinisch-inhaltlichen Prüfungen . . . . .	31
Abb. 6	Aufgreifalgorithmus . . . . .	43
Abb. 7	Hierarchie 3: Diabetes mellitus . . . . .	47
Abb. 8	Hierarchie 5: Erkrankungen der Leber . . . . .	48
Abb. 9	Hierarchie 8: Hämatologische Erkrankungen . . . . .	62
Abb. 10	Hierarchie 6: Gastrointestinale Erkrankungen . . . . .	92
Abb. 11	Alters- und Geschlechtsverteilung . . . . .	100
Abb. 12	Vergleich Altersverteilung Frauen . . . . .	100
Abb. 13	Vergleich Altersverteilung Männer . . . . .	102
Abb. 14	Alters- und Geschlechtsverteilung der EM-Rentner . . . . .	102
Abb. 15	Vergleich Altersverteilung der EM-Rentner . . . . .	103
Abb. 16	Anteil der Versicherten nach Anzahl der HMGn . . . . .	105
Abb. 17	Vorhersagerelationen nach Ausgabenquintilen . . . . .	113
Abb. 18	Vorhersagerelationen nach Anzahl HMGn . . . . .	116
Abb. 19	M1: AGG-Zuschläge . . . . .	119
Abb. 20	M1: Vorhersagerelationen AGGn . . . . .	119
Abb. 21	M1: Zuschläge und Vorhersagerelationen EMGn . . . . .	120
Abb. 22	M1: HMG-Zuschläge nach Alter . . . . .	121
Abb. 23	M1: Vorhersagerelationen AG1HMG, Kinder . . . . .	124
Abb. 24	M1: Vorhersagerelationen AG1HMG, Erwachsene . . . . .	124
Abb. 25	M1: Vorhersagerelationen AG1HMG, über 65-jährige . . . . .	124
Abb. 26	M1: Vorhersagerelationen AG3HMG, Kinder . . . . .	126
Abb. 27	M1: Vorhersagerelationen AG3HMG, Erwachsene . . . . .	126
Abb. 28	M1: Vorhersagerelationen AG3HMG, über 65-jährige . . . . .	126
Abb. 29	M2: AGG-Zuschläge . . . . .	129
Abb. 30	M2: Vorhersagerelationen AGGn . . . . .	129
Abb. 31	M2: EMG-Zuschläge und Vorhersagerelationen . . . . .	130
Abb. 32	M2: HMG-Zuschläge . . . . .	131
Abb. 33	M2: Vorhersagerelationen Frauen . . . . .	131

Abb. 34	M2: Vorhersagerelationen Männer . . . . .	131
Abb. 35	M3: AGG-Zuschläge . . . . .	135
Abb. 36	M3: Vorhersagerelationen AGGn . . . . .	135
Abb. 37	M3: Zuschläge und Vorhersagerelationen EMGn . . . . .	136
Abb. 38	M3: HMG-Zuschläge . . . . .	138
Abb. 39	M3: Vorhersagerelationen HMGn für EM-Rentner . . . . .	138
Abb. 40	M3: Vorhersagerelationen HMGn für Nicht-EM-Rentner . . . . .	138
Abb. 41	M4: Koeffizientenvergleich HMG073 und HMG080 . . . . .	141
Abb. 42	M4: Vorhersagerelationen HMG073 und HMG080 . . . . .	141
Abb. 43	M4: Koeffizientenvergleich HMG027 und HMG051 . . . . .	143
Abb. 44	M4: Vorhersagerelationen HMG027 und HMG051 . . . . .	143
Abb. 45	M4: Koeffizientenvergleich HMG013 und HMG031 . . . . .	144
Abb. 46	M4: Vorhersagerelationen HMG013 und HMG031 . . . . .	144
Abb. 47	M4: Koeffizientenvergleich HMG041 und HMG162 . . . . .	145
Abb. 48	M4: Vorhersagerelationen HMG041 und HMG162 . . . . .	145
Abb. 49	M5: AGG-Zuschläge . . . . .	147
Abb. 50	M5: Vorhersagerelationen AGGn . . . . .	147
Abb. 51	M5: Zuschläge und Vorhersagerelationen EMGn . . . . .	149
Abb. 52	M5: HMG-Zuschläge nach Alter . . . . .	150
Abb. 53	M5: Vorhersagerelationen AG1HMG, Kinder . . . . .	151
Abb. 54	M5: Vorhersagerelationen AG1HMG, Erwachsene . . . . .	151
Abb. 55	M5: Vorhersagerelationen AG1HMG, über 65-jährige . . . . .	151
Abb. 56	M5: Vorhersagerelationen AG3HMG, Kinder . . . . .	152
Abb. 57	M5: Vorhersagerelationen AG3HMG, Erwachsene . . . . .	152
Abb. 58	M5: Vorhersagerelationen AG3HMG, über 65-jährige . . . . .	152
Abb. 59	M5: HMG-Zuschläge nach Geschlecht . . . . .	154
Abb. 60	M5: Vorhersagerelationen Frauen . . . . .	154
Abb. 61	M5: Vorhersagerelationen Männer . . . . .	154
Abb. 62	M5: HMG-Zuschläge nach Erwerbsminderungsstatus . . . . .	155
Abb. 63	M5: Vorhersagerelationen HMGn für EM-Rentner . . . . .	155
Abb. 64	M5: Vorhersagerelationen HMGn für Nicht-EM-Rentner . . . . .	155
Abb. 65	M5: Koeffizientenvergleich HMG068 und HMG072 . . . . .	157
Abb. 66	M5: Vorhersagerelationen HMG068 und HMG072 . . . . .	157
Abb. 67	M5: Koeffizientenvergleich HMG073 und HMG080 . . . . .	158
Abb. 68	M5: Vorhersagerelationen HMG073 und HMG080 . . . . .	158



---

Abb. 69	M5: Koeffizientenvergleich HMG031 und HMG033 . . . .	159
Abb. 70	M5: Vorhersagerelationen HMG031 und HMG033 . . . .	159
Abb. 71	M5: Koeffizientenvergleich HMG134 und HMG176 . . . .	160
Abb. 72	M5: Vorhersagerelationen HMG134 und HMG176 . . . .	160
Abb. 73	M5: Koeffizientenvergleich HMG026 und HMG052 . . . .	161
Abb. 74	M5: Vorhersagerelationen HMG026 und HMG052 . . . .	161
Abb. 75	Vorhersagerelationen mit Annualisierung, Frauen . . . .	179
Abb. 76	Vorhersagerelationen mit Annualisierung, Männer . . . .	179

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Alters- und Geschlechtsgruppen . . . . .	40
Tab. 2	Erwerbsminderungsgruppen . . . . .	41
Tab. 3	Zuweisung bei negativem Koeffizienten . . . . .	85
Tab. 4	Alters- und Geschlechtsverteilung . . . . .	101
Tab. 5	Alters- und Geschlechtsverteilung der EM-Rentner . . . . .	103
Tab. 6	Ausgabenquintile . . . . .	104
Tab. 7	Leistungsausgaben nach Anzahl der HMGn . . . . .	105
Tab. 8	Anzahl Interaktionsvariablen je Modell . . . . .	109
Tab. 9	$R^2$ , $\bar{R}^2$ und $CPM$ für die Modelle . . . . .	110
Tab. 10	Vorhersagerelationen nach Ausgabenquintilen . . . . .	112
Tab. 11	Zuweisungen für Versicherte ohne Leistungsausgaben . . . . .	114
Tab. 12	Vorhersagerelationen nach Anzahl HMGn . . . . .	115
Tab. 13	M1: Zuweisungen je Zuschlagsgruppe . . . . .	117
Tab. 14	M1: Vorhersagerelationen AG3HMG, über 65-jährige . . . . .	125
Tab. 15	M1: Vorhersagerelationen für Erwachsene . . . . .	127
Tab. 16	M2: Zuweisungen je Zuschlagsgruppe . . . . .	128
Tab. 17	M2: Vorhersagerelationen Frauen und Männer . . . . .	132
Tab. 18	M3: Zuweisungen je Zuschlagsgruppe . . . . .	133
Tab. 19	M3: Zuschläge für ausgewählte HMGn . . . . .	136
Tab. 20	M3: Vorhersagerelationen für ausgewählte HMGn . . . . .	137
Tab. 21	M4: Zuweisungen je Zuschlagsgruppe . . . . .	139
Tab. 22	M4: Zuschlagskombinationen . . . . .	140
Tab. 23	M5: Zuweisungen je Zuschlagsgruppe . . . . .	148
Tab. 24	M5: Zuschlagskombinationen . . . . .	156
Tab. 25	Rangfolge der Modelle . . . . .	172
Tab. 26	Status Quo Modell: Koeffizientenschätzer . . . . .	234
Tab. 27	M1: Koeffizientenschätzer . . . . .	239
Tab. 28	M2: Koeffizientenschätzer . . . . .	247
Tab. 29	M3: Koeffizientenschätzer . . . . .	253
Tab. 30	M4: Koeffizientenschätzer . . . . .	260
Tab. 31	M5: Koeffizientenschätzer . . . . .	268
Tab. 32	Bezeichnungen der Morbiditätsgruppen . . . . .	279

## Abkürzungs- und Akronymverzeichnis

ABS	Ausgleichsbedarfssatz
AG	Altersgruppe
AGG	Alters- und Geschlechtsgruppe
AGGn	Alters- und Geschlechtsgruppen
ATC-Kodes	Anatomisch-Therapeutisch-Chemische Kodes
AusAGG	Auslands-Alters-Geschlechts-Gruppen
BVA	Bundesversicherungsamt
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease, chronisch obstruktive Lungenerkrankung
DCG	Diagnostic Cost Groups
DDD	Daily Defined Dose
DIMDI	Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information
DMP	Disease Management Programm
DRG	Diagnosis Related Groups, diagnosebezogene Fallgruppen
DRV	Deutsche Rentenversicherung
DxG	Diagnosegruppen
EM-Rentner	Erwerbsminderungsrentner(in)
EMG	Erwerbsminderungsgruppe
EMGn	Erwerbsminderungsgruppen
GEK	Gmünder ErsatzKasse
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
GKV-FinG	Gesetz zur nachhaltigen und sozial ausgewogenen Finanzierung der Gesetzlichen Krankenversicherung, GKF-Finanzierungsgesetz
HCC	Hierarchical Condition Categories
HMG	Hierarchisierte Morbiditätsgruppe
HMGn	Hierarchisierte Morbiditätsgruppen
ICD-10 GM	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, tenth revision, German modification Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision,

---

	deutsche Fassung
IPHCC	Inpatient Hierarchial Condition Categories
K-AGG	Krankengeld-Alters-Geschlechts-Gruppen
K-EMG	Krankengeld-Erwerbsminderungsgruppen
KEG	Kostenerstattergruppe
KGG	Krankengeldgruppe
LA	Leistungsausgaben
M2Q-Kriterium	Kriterium der Validierung ambulanter Diagnosen über eine Dokumentation in mindestens zwei unterschiedlichen Quartalen
MG	Morbiditätsgruppe
MGn	Morbiditätsgruppen
Morbi-RSA	Morbiditätsorientierter Risikostrukturausgleich
OLS	Ordinary Least Squares Regression
PZN	Pharmazentralnummer
RSA	Risikostrukturausgleich
RSaV	Risikostrukturausgleichsverordnung
SGB V	Sozialgesetzbuch V
WHO	World Health Organization
WiDO	Wissenschaftliches Institut der allgemeinen Ortskrankenkassen
WLS	Weighted Least Squares Regression

## Verzeichnis der verwendeten Variablen

$AGG1 - AGG40$	Alters-Geschlechts-Variablen
$\beta$	Regressionskoeffizienten
$CPM$	Cumming's Prediction Measure
$Diab$	Dummy-Variable für das Vorliegen von Diabetes
$E$	Erwerbsminderungs-Variable
$EHMG001 - EHMG184$	Interaktionsvariablen zwischen Erwerbsminderungs-Variable und HMGn
$EMG1 - EMG6$	Erwerbsminderungs-Alters-Variablen
$AG1 - AG3$	Alters-Gruppen-Variablen
$AG1EHMG001 - AG3EHMG184$	Interaktionsvariablen zwischen Altersgruppen und HMGn
$HMG001 - HMG184$	HMG-Variablen
$K$	Anzahl der erklärenden Variablen
$KHK$	Dummy-Variable für das Vorliegen einer koronaren Herzkrankheit
$LA_i$	tatsächliche Leistungsausgaben für Individuum i
$\hat{LA}_i$	durch das Modell prognostizierte Leistungsausgaben für Individuum i
$\bar{LA}$	durchschnittliche Leistungsausgaben über alle Versicherten
$M$	Anzahl der Versicherten in einer Gruppe

---

$MAPE$	Mean Absolute Prediction Error, mittlerer absoluter Vorhersagefehler
$N$	Gesamtzahl aller Versicherten in der Stichprobe
$R^2$	Bestimmtheitsmaß
$\bar{R}^2$	adjustiertes Bestimmtheitsmaß
$R_i^2$	multipler Korrelationskoeffizient
$Sexw$	Geschlechts-Dummy-Variable
$SexwHMG001 -$ $SexwHMG184$	Interaktionsvariablen zwischen Geschlecht und HMGn
$VIF$	Varianzinflationsfaktor
$VR$	Vorhersagerelation

## 1. Einleitung

Das zentrale Funktionsprinzip der deutschen Sozialversicherungssysteme ist das Solidaritätsprinzip.<sup>1</sup> Dies gilt auch für den ältesten Zweig der Sozialversicherung, für die gesetzliche Krankenversicherung, die bereits 1883 mit dem „Gesetz betreffend der Krankenversicherung der Arbeiter“ eingeführt wurde.<sup>2</sup> Ziel ist ein erschwingliches Gesundheitssystem, das jedem<sup>3</sup>, der medizinische Leistungen benötigt, offen steht.<sup>4</sup> Dabei sollen die Leistungen qualitativ dem Stand der Forschung entsprechen und wirtschaftlich erbracht werden.<sup>5</sup> Um diese Ziele miteinander in Einklang bringen zu können, setzt der Gesetzgeber auf den Wettbewerb, der einen möglichst effizienten Einsatz der verfügbaren finanziellen Mittel gewährleisten soll, um ein optimales Ergebnis zu erreichen.<sup>6</sup>

Dabei wird der Wettbewerb in Deutschland zur Wahrung des Solidaritätsprinzips auf mehreren Ebenen beschränkt. So gilt zum einen das Diskriminierungsverbot (das Verbot der Erhebung von risikoäquivalenten Prämien), das die Erhebung von Einheitsprämien impliziert.<sup>7</sup> Daraus erwächst die Notwendigkeit des Kontrahierungszwangs, der den Krankenkassen vorschreibt jeden, der dies wünscht, in die Krankenkasse aufzunehmen, in Verbindung mit einer Festlegung der Leistungspflicht der Krankenkassen.<sup>8</sup> Diese Regulierungen gefährden die Funktionsfähigkeit des Wettbewerbs, weil sie Risikoselektion zu einer lohnenden Strategie für Krankenkassen machen.<sup>9</sup>

Die Funktionsfähigkeit des Wettbewerbs in der Krankenversicherung hängt entscheidend davon ab, ob es gelingt, die Unterschiede in der Versichertenstruktur zwischen den Krankenkassen, die Anlass zur Risikoselektion geben, adäquat zu

---

<sup>1</sup> Vgl. Depenheuer (2009), S. 21.

<sup>2</sup> Vgl. Fleßa (2007), S. 72.

<sup>3</sup> Zur sprachlichen Vereinfachung und zur besseren Lesbarkeit wird im Text lediglich die männliche Geschlechtsform verwendet.

<sup>4</sup> Zu den Prinzipien einer solidarischen Gesundheitspolitik siehe bspw. Glaeske et al. (2001), S. 15.

<sup>5</sup> Vgl. § 2 Abs. 1 Sozialgesetzbuch V (SGB V) i. V. m. § 12 SGB V.

<sup>6</sup> Vgl. Deutscher Bundestag (1958), S. 21f.

<sup>7</sup> Vgl. z. B. Höppner et al. (2005), S. 5.

<sup>8</sup> Vgl. bspw. Daubenbüchel (2001), S. 78 f.

<sup>9</sup> Vgl. u. a. Beck (2007), S. 1.

erfassen und auszugleichen.<sup>10</sup> Da die Beiträge zur Krankenversicherung in erster Linie vom Einkommen abhängen, ist es zum einen notwendig, die unterschiedliche Finanzkraft der Versicherten auszugleichen, damit Krankenkassen keinen Anreiz haben, nur die besser verdienenden Menschen aufzunehmen und die schlechter verdienenden abzuweisen.<sup>11</sup> Dies geschieht in Deutschland seit 2009 über den Gesundheitsfonds, in den alle Beiträge zur Krankenversicherung fließen.

Zum anderen ist es notwendig, Unterschiede zwischen den Versicherten, die prognostizierbar zu unterschiedlichen Ressourcenverbräuchen und Leistungsausgaben führen, auszugleichen.<sup>12</sup> Hierfür wurde der Risikostrukturausgleich (RSA) eingeführt, der seit 2009 explizit die Morbidität der Versicherten berücksichtigt und vom Bundesversicherungsamt durchgeführt wird. Dabei sollen im morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich (Morbi-RSA) insbesondere Krankheiten mit schwerwiegendem Verlauf sowie kostenintensive chronische Krankheiten berücksichtigt werden.<sup>13</sup> Je besser und je vollständiger der Ausgleichsmechanismus systematische Unterschiede der Versichertenstruktur erfasst, desto weniger Vorteile können die Krankenkassen durch Risikoselektion erreichen.<sup>14</sup>

Im aktuellen Verfahren des Morbi-RSA werden 80 Krankheiten erfasst.<sup>15</sup> Für die Krankheiten wurden Morbiditätsgruppen definiert: Für einige Krankheiten werden unterschiedliche Schweregrade berücksichtigt, so dass mehrere Morbiditätsgruppen einer Krankheit zugeordnet werden. Andere Krankheiten, die einen sehr ähnlichen Versorgungsbedarf haben, werden in einer Morbiditätsgruppe gemeinsam erfasst. Im Jahresausgleich 2010 wurden insgesamt 112 unterschiedliche Morbiditätsgruppen berücksichtigt. Abgesehen von einer Hierarchisierung der Morbiditätsgruppen (Morbiditätsgruppen, die innerhalb desselben Krankheitspektrums einen höheren Schweregrad als andere Morbiditätsgruppen aufweisen,

---

<sup>10</sup> Vgl. z. B. Henke et al. (2002), S. 17. Wie Beck & Keller (1997) ausführen, ist der Risikostrukturausgleich an sich marktkonform und setzt die richtigen Anreize, selbst wenn unter bestimmten Bedingungen die Anreize zur Wirtschaftlichkeit (durch eine teilweise Umverteilung der Ersparnisse auf die konkurrierenden Krankenkassen) leicht reduziert werden.

<sup>11</sup> Vgl. Jacobs et al. (2001), S. 33 sowie S. 97 ff.

<sup>12</sup> Vgl. u. a. van de Ven (2002), S. 478.

<sup>13</sup> § 31 Abs. 1 Sätze 3 und 4 RSAV.

<sup>14</sup> Vgl. bspw. Jacobs et al. (2001), S. 45 ff.

<sup>15</sup> Nach gesetzlicher Vorgabe gibt es eine Beschränkung auf 50 - 80 Krankheiten, die berücksichtigt werden dürfen, § 31 Abs. 1 Satz 2 RSAV.



dominieren diese anderen Morbiditätsgruppen, so dass nur eine Zuweisung für den höchsten Schweregrad an die Krankenkasse ergeht) werden im aktuellen Verfahren die Morbiditätsgruppen für sich alleinstehend berücksichtigt.<sup>16</sup>

Es gibt viele Hinweise darauf, dass zwischen Krankheiten und auch zwischen Alter / Geschlecht und Krankheiten Wirkungsbeziehungen bestehen können, die einen signifikanten Einfluss auf die Behandlung, auf den Ressourcenverbrauch und die Leistungsausgaben haben (vgl. hierzu im Einzelnen Abschnitt 4). Solche Wechselwirkungen werden im aktuellen Verfahren ausgeblendet, da Additivität der Leistungsausgaben unterschiedlicher Morbiditätsgruppen unterstellt wird und keine Differenzierung der Zuweisungen für Krankheiten nach Alter bzw. Geschlecht vorgenommen wird.<sup>17</sup>

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, eine Methode zu entwickeln, die Wechselwirkungen zwischen den erklärenden Variablen des Morbi-RSA explizit berücksichtigt und darüber das Ausgleichsverfahren verbessert. Für die Entwicklung der Methode wurde ein Forschungsdatensatz einer überregional tätigen Krankenkasse verwendet. In einem weiteren Schritt wurde eine empirische Überprüfung der Vorgehensweise auf dem Datensatz zur Weiterentwicklung des Morbi-RSA beim Bundesversicherungsamt vorgenommen, wobei die Auswirkungen der Berücksichtigung von Wechselwirkungen auf die Modellgüte im Vergleich zu den Ergebnissen des aktuellen Verfahrens analysiert wurden.

Im Fokus stand die allgemeine Verbesserung des Verfahrens, daher wurden die Veränderungen, die sich für die GKV insgesamt ergeben, analysiert. Veränderungen für einzelne Kassenarten oder gar einzelne Krankenkassen wurden nicht betrachtet. Um die Einsetzbarkeit im laufenden Ausgleichssystem gewährleisten zu können, wurde darauf geachtet, dass nur Änderungen eingeführt wurden, die von den geltenden gesetzlichen Vorschriften abgedeckt sind, und es wurde weiterhin berücksichtigt, dass nur bereits für den Morbi-RSA zur Verfügung stehende Daten herangezogen wurden.

---

<sup>16</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009b).

<sup>17</sup> Mit einigen Ausnahmen, z. B. Hämophilie (vgl. Bundesversicherungsamt (2009a), S. 149) und im Jahresausgleich 2011 auch Mukoviszidose (vgl. Bundesversicherungsamt (2010a), S. 97 ff.).

Die vorliegende Arbeit ist folgendermaßen aufgebaut: Abschnitt 2 gibt einen Überblick über die Entwicklungen im deutschen Gesundheitssystem, die zur Einführung des morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleichs geführt haben. Das eigentliche Verfahren des Morbi-RSA wird in Abschnitt 3 erläutert. In Abschnitt 4 werden mögliche Wechselwirkungsbeziehungen zwischen den in das Morbi-RSA Verfahren eingehenden erklärenden Variablen aufgedeckt und in Abschnitt 5 wird die Entwicklung einer Methode dargestellt, die eine Berücksichtigung dieser Wechselbeziehungen im Ausgleichsverfahren ermöglicht. Der Datensatz, auf dem die methodische Vorgehensweise empirisch umgesetzt wurde, wird in Abschnitt 6 beschrieben und die Ergebnisse der Berechnungen werden in Abschnitt 7 vorgestellt. Abschnitt 8 beinhaltet eine Diskussion der Methode und der empirischen Ergebnisse. Die Arbeit schließt mit einem Fazit in Abschnitt 9.

## 2. Hintergrund

Die Grundzüge des deutschen Krankenversicherungssystems und die Entwicklungen in der Gesundheitspolitik, die zu der Einführung des Risikostrukturausgleichs (RSA) und seiner Weiterentwicklung zum morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich (Morbi-RSA) geführt haben, werden in diesem Abschnitt dargelegt.

### 2.1. Das Gesundheitssystem

#### 2.1.1. Solidaritätsprinzip

Die deutschen Sozialversicherungssysteme sind nach dem Solidaritätsprinzip geordnet.<sup>18</sup> In der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) bedeutet dies, dass die Höhe der Beiträge (und, unter den aktuellen Bedingungen des Gesundheitsfonds, die Höhe der Zusatzbeiträge), die die Mitglieder zu zahlen haben, unabhängig von ihrem Alter, ihrem Geschlecht und ihrem Gesundheitszustand/Krankheitsrisiko sein müssen. Es müssen Einheitsprämien erhoben werden, die nur von der finanziellen Belastbarkeit des Mitglieds abhängen dürfen.<sup>19</sup> Aufgabe der gesetzlichen Krankenversicherung ist es laut § 1 Sozialgesetzbuch V (SGB V) „die Gesundheit der Versicherten zu erhalten, wiederherzustellen oder ihren Gesundheitszustand zu bessern“. Dabei haben alle Versicherten, unabhängig von der Höhe ihrer Beitragszahlungen, den gleichen Leistungsanspruch (bedarfsgerechte Leistungsgewährung), der fast vollständig im SGB V geregelt ist (siehe § 2 sowie § 11 SGB V).<sup>20</sup> Die Beiträge richten sich somit nach der individuellen (finanziellen) Leistungsfähigkeit der Mitglieder, während sich die Leistungen nach der individuellen Bedürftigkeit der Versicherten richten.<sup>21</sup>

Durch die Strukturierung der gesetzlichen Krankenversicherung als Solidargemeinschaft mit gleichem Leistungsanspruch für alle Versicherten kommt es zu einer Umverteilung von Besserverdienenden zu Schlechterverdienenden (Einkommensumverteilung), von Jüngeren zu Älteren (Generationenausgleich), von Männern zu Frauen (Geschlechterausgleich), von Gesunden zu Kranken (Morbiditäts-

---

<sup>18</sup> Vgl. [Depenheuer \(2009\)](#), S. 21.

<sup>19</sup> Vgl. [Ahrens \(2006\)](#), S. 144, § 3 SGB V. Dabei ist zu berücksichtigen, dass dies nicht uneingeschränkt für die Zusatzbeiträge gilt (§§ 242 ff. SGB V).

<sup>20</sup> Vgl. hierzu bspw. auch [Breyer & Buchholz \(2007\)](#), S. 236 f.

<sup>21</sup> Vgl. [Ahrens \(2006\)](#), S. 144 sowie [Greß & Wasem \(2001\)](#), S. 20.

ausgleich) und, durch die kostenlose Mitversicherung von Familienangehörigen ohne eigenes Einkommen (§§ 3 i.V.m. 10 SGB V), zu einer Umverteilung von Ledigen und Kinderlosen hin zu Familien (Familienlastenausgleich).<sup>22</sup>

### 2.1.2. Wettbewerb im Gesundheitssystem

Wettbewerb im Gesundheitssystem wird von vielen nicht als Ziel oder Selbstzweck gesehen, sondern als Organisationsprinzip.<sup>23</sup> Er soll gewisse Funktionen erfüllen und die Aufgabe übernehmen, eine „immer bessere Güterversorgung und Bedürfnisbefriedigung im Krankheitsfall zu gewährleisten“. <sup>24</sup> Anfang der 1990er Jahre wurde die in der gesundheitsökonomischen Literatur schon lange geforderte wettbewerbliche Ausrichtung des Krankenversicherungssystems von der Politik aufgegriffen und es wurden nach und nach wettbewerbliche Elemente in die GKV eingeführt.<sup>25</sup> Dabei soll der Wettbewerb (die Thesen Kantzenbachs auf den Bereich der Gesundheitsversorgung übertragend)<sup>26</sup> Krankenkassen und Leistungserbringer dazu anhalten,<sup>27</sup>

- GKV-Gesundheitsleistungen nach Art und Qualität den Patientenwünschen entsprechend bereit zu stellen (Konsumentensouveränität),
- durch effiziente Faktorallokation möglichst wirksam und kostengünstig Gesundheitsleistungen zu erbringen (optimale Faktorallokation),
- durch medizinische, technische und ökonomische Innovationen eine Verbesserung der Versorgungsqualität und eine Senkung der Kosten herbeizuführen (Anpassungsflexibilität und technischer Fortschritt),
- für eine leistungsgerechte Entlohnung, die sich flexibel an sich verändernde Bedingungen anpasst, zu sorgen (leistungsgerechte Einkommensverteilung).

---

<sup>22</sup> Vgl. bspw. Fleßa (2007), S. 76 sowie Cassel (2006), S. 64.

<sup>23</sup> Vgl. für viele Greß & Wasem (2006), S. 512. sowie Leinenbach (2006), S. 345.

<sup>24</sup> Vgl. Cassel (2006), S. 66.

<sup>25</sup> Vgl. Rebscher (2006), S. 856.

<sup>26</sup> So zitiert in Schmidt (2005), S. 11 f.

<sup>27</sup> Vgl. Cassel (2006), S. 66 f.

Mit Hilfe des Wettbewerbs soll eine bedarfsgerechtere, effektivere, effizientere Gesundheitsversorgung erfolgen und er soll Suchprozesse initiieren, die zu neuen, verbesserten Versorgungsformen führen, durch die letztlich auch eine kostengünstige Versorgung möglich wird.<sup>28</sup>

### 2.1.3. Solidarität und Wettbewerb

Lange Zeit gab es im deutschen Gesundheitssystem nur sehr wenige wettbewerbliche Elemente. Unter anderem war dafür die berufsständische Gliederung des GKV-Systems verantwortlich, durch die die Pflichtversicherten berufs- oder betriebsorientiert einer Krankenkasse zugewiesen wurden bzw. nur sehr beschränkte Wahlrechte in Bezug auf die Krankenversicherung hatten. Durch diese Zwangszuweisung der Mitglieder zu den Krankenkassen herrschte nicht nur kein Wettbewerb zwischen den Krankenkassen um die Mitglieder, es kam auch zu systematischen Verwerfungen in den Mitgliederstrukturen der Krankenkassen und zwar sowohl in Bezug auf die finanzielle Leistungsfähigkeit der Mitglieder, da sich die durchschnittlichen Grundlohnsummen zwischen den Krankenkassen stark unterschieden, als auch in Bezug auf die Morbiditätsstruktur der Versicherten.<sup>29</sup>

Die Beitragssätze, denen eigentlich die Funktion eines Preises zukommen sollte, der angibt, welcher Anbieter die Leistungen besonders effizient erbringen kann, konnten nicht als Indikator für besonders gutes oder schlechtes Wirtschaften herangezogen werden. Sie gaben keinerlei Auskunft über die tatsächliche Leistungsfähigkeit der Kassen, sondern waren vielmehr Indikatoren für die finanzielle Leistungsfähigkeit und Morbidität der Mitglieder und Versicherten der Kassen. Dadurch hatten Mitglieder allein auf Grund ihrer Zugehörigkeit zu einer bestimmten Berufsgruppe oder zu einem bestimmten Unternehmen für im Prinzip gleiche Gesundheitsleistungen unterschiedlich hohe Beitragssätze zu zahlen. Die Beitragsatzunterschiede waren mit Differenzen von bis zu acht Prozentpunkten erheblich.<sup>30</sup> Dies war weder sozialpolitisch noch wettbewerbspolitisch zu rechtfertigen.<sup>31</sup>

---

<sup>28</sup> Vgl. Cassel (2006), S. 56, Göpfarth & Henke (2006), S. 6, Greß (2002), S. 491 f., Cassel et al. (2001), S. 187, Jahn et al. (2009).

<sup>29</sup> Vgl. Reiners (2006), S. 15 ff.

<sup>30</sup> Vgl. Reiners (2006), S. 15 ff.

<sup>31</sup> Vgl. Pfaff (2006), S. 38 sowie Cassel (2006), S. 65 f. und auch Greß (2002), S. 491.

Ende der 1980er Jahre war klar geworden, dass diese Gliederung der GKV auf überholten Grundsätzen basierte und dass Reformen notwendig waren. Es sollte eine stärkere wettbewerbliche Orientierung erfolgen, um die positiven Wirkungen des Wettbewerbs auch im Gesundheitssystem zur Entfaltung zu bringen und die strukturellen Verwerfungen in der Kassenlandschaft aufzulösen. Deshalb wurde mit dem Gesundheitsstrukturgesetz von 1992 beschlossen, die Kassenwahl ab 1996 freizugeben und so einen Wettbewerb auf Seiten der Krankenkassen um die Mitglieder zu ermöglichen, durch den die Ungleichheiten und strukturellen Unterschiede im System beseitigt werden sollten.<sup>32</sup>

Gleichzeitig sollte aber am Solidaritätsprinzip in seiner bisherigen Ausgestaltungsform festgehalten werden, d. h. es sollten auch weiterhin keine risikogerechten Prämien erhoben werden. Niemand sollte auf Grund seines Gesundheitszustandes benachteiligt werden (Diskriminierungsverbot). Das machte es notwendig, die Krankenkassen per Gesetz dazu zu verpflichten, jeden, der dies wünscht, aufzunehmen (Kontrahierungszwang).<sup>33</sup>

Gäbe es keinen gesetzlichen Kontrahierungszwang, müssten die Krankenkassen, um im Wettbewerb zu bestehen, versuchen nur solche Personen zu versichern, für die ein positiver Deckungsbeitrag zu erwarten ist (diese Versicherten werden als „gute Risiken“ bezeichnet) und versuchen „schlechte Risiken“ (Versicherte mit einem negativen Deckungsbeitrag) nicht aufzunehmen bzw. abzustoßen.<sup>34</sup> Dies bezeichnet man als (positive bzw. negative) Risikoselektion.<sup>35</sup> Unter Risikoselektion werden also Strategien und Aktionen auf Seiten der Krankenkassen verstanden, die unternommen werden, um nicht eingepreiste Unterschiede im Krankheitsrisiko auszunutzen und mit ihrer Hilfe die Risikostruktur der Versichertenklientel einer Krankenkasse zu verbessern, um insgesamt die wirtschaftliche Lage der Krankenkasse zu optimieren.<sup>36</sup>

Nun wurde von einigen Sachverständigen und Politikern die Ansicht vertreten, dass sich unter den Bedingungen des Kontrahierungszwangs und der Kassenwahl-

---

<sup>32</sup> Vgl. Reiners (2006), S. 19, 28.

<sup>33</sup> Vgl. Reiners (2006), S. 20.

<sup>34</sup> Vgl. bspw. Schäfer (2008), S. 6.

<sup>35</sup> Vgl. Beck (2005), S. 1228.

<sup>36</sup> Vgl. Höppner et al. (2006), S. 120 f. sowie Newhouse (1996), S. 1236.

freiheit von alleine eine gleichmäßige Risikoverteilung unter den Krankenkassen ergeben werde.<sup>37</sup> Im Zwischenbericht der Enquête-Kommission von 1988 heißt es:<sup>38</sup>

„Nehmen Versicherte – trotz freier Kassenwahl – weiterhin höhere Beitragssätze in Kauf, so werden sie ihre Gründe haben, die zu respektieren sind. *Beitragssatzunterschiede verlieren damit ihre sozialpolitische Bedenklichkeit.*“

Die Suche der Versicherten nach der für sie besten Krankenkasse und damit (in der Regel) der Wechsel der Versicherten von Krankenkassen mit hohen Beitragssätzen zu Krankenkassen mit niedrigen Beitragssätzen würde von alleine zu einem Ausgleich der Risikostrukturen führen, so dass nur solche Beitragssatzdifferenzen auf längere Sicht Bestand hätten, denen auch ein Mehrwert für die Versicherten zu Grunde läge.

Andere Sachverständige und Politiker gaben zu bedenken, dass selbst wenn jegliche aktive Form der Risikoselektion unterbunden werden könnte (d. h. wenn tatsächlich verhindert werden könnte, dass Krankenkassen nur gute Risiken aufnehmen und schlechte Risiken weder ablehnen noch ausschließen könnten), es immer noch zu passiver Risikoselektion (Selbstselektion der Versicherten) kommen könnte. Dies ist darin begründet, dass die Versicherten unterschiedliche Kosten beim Wechsel der Krankenversicherung zu tragen haben. Dass es sich dabei um ein reales Problem handelt, konnte im Verlauf der Zeit gezeigt werden. Es sind insbesondere die jungen, gesunden, gut verdienenden und gut ausgebildeten Versicherten, die die Krankenkasse wechseln.<sup>39</sup>

Weiterhin galt es zu berücksichtigen, dass zwischen den Krankenkassen bereits ein sehr großer Unterschied in der Struktur der Versicherten vorlag, wodurch die Kassen mit unterschiedlichen Chancen in den Wettbewerb gestartet wären, hätte man ihn ohne weitere Maßnahmen freigegeben. Kassen mit einer günstigen

---

<sup>37</sup> Vgl. Reiners (2010), S. 40.

<sup>38</sup> Vgl. Enquête-Kommission (1988), S. 393.

<sup>39</sup> Vgl. zur Wechslerproblematik Nuscheler (2004), Höppner et al. (2006), Lauterbach & Wille (2001), IGES/Lauterbach/Wasem (2005), Andersen et al. (2002), Andersen & Schwarze (1999), Müller & Schneider (1999) und Göppfarth (2005).

Risikostruktur und gut verdienenden Mitgliedern hätten von vornherein bei ihren niedrigeren Beitragssätzen bleiben können, wohingegen Krankenkassen mit schlechter Risikostruktur und gering verdienenden Mitgliedern keine Möglichkeit gehabt hätten, ihre hohen Beitragssätze zu senken. Die Tendenz, dass eher besser verdienende und junge gesunde Versicherte die Krankenkasse wechseln, hätte die ganze Situation noch verschärft. Das eigentliche Ziel des Wettbewerbs, die Krankenkassen zu effizientem Wirtschaften anzuregen, hätte so nicht erreicht werden können. Das Ergebnis wäre dysfunktional gewesen: Statt Ressourcen auf die Verbesserung der Versorgung zu verwenden, wäre die optimale Marktstrategie der Krankenkassen eine Risikoselektionsstrategie gewesen. Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist dies Verschwendung.<sup>40</sup>

Es musste ein Mittel gefunden werden, wie Anreize zur Risikoselektion eliminiert (oder doch zumindest entscheidend verringert) werden konnten, so dass Krankenkassen nicht allein auf Grund einer „schlechten“ Versichertenstruktur schlechter gestellt werden als Krankenkassen mit einer „guten“ Versichertenstruktur. Dadurch sollte der Konkurrenzdruck der Krankenkassen in einen echten Leistungsdruck verwandelt werden. Dies würde zu einer Verbesserung der Versorgungsqualität führen, denn Krankenkassen hätten dann einen Anreiz, auch kostenintensive Versicherte gut zu versorgen, da sich nicht automatisch finanzielle Nachteile hieraus ergäben.<sup>41</sup> Zudem wären die Krankenkassen bestrebt, kostengünstige Leistungsstrukturen zu entwickeln, um im Wettbewerb bestehen zu können. Die Gruppe der Vertreter dieser Ansicht setzte sich in der politischen Debatte durch. So wurde im Gesundheitsstrukturgesetz nicht nur die Freigabe der Kassenwahl ab dem Jahr 1996 festgeschrieben und in den §§ 173 ff. SGB V geregelt, sondern es wurde als flankierende Maßnahme die Einführung des Risikostrukturausgleichs beschlossen.<sup>42</sup>

## 2.2. Der Risikostrukturausgleich

Der Risikostrukturausgleich ist ein finanzieller Ausgleichsmechanismus, der das Ziel hat, Risikoselektion zu vermeiden und einen fairen Wettbewerb zwischen den Krankenkassen unter Beibehaltung des Solidaritätsprinzips mit Einheitsprämien

<sup>40</sup> Vgl. Cassel (2006), S. 70, Höppner et al. (2006), S. 120, Beck (2007), S. 1.

<sup>41</sup> Vgl. hierzu auch Wasem (2010), S. 1212 oder auch Greß et al. (2006), S. 52.

<sup>42</sup> Vgl. Waltermann (2009), S. 77.



zu ermöglichen.<sup>43</sup> Dabei soll der RSA „administrativ handhabbar und manipulationsresistent“ sein.<sup>44</sup>

Die Vorschriften zum RSA finden sich in den §§ 266 ff. SGB V sowie in der Risikostrukturausgleichsverordnung (RSAV). Alle Mitglieder der GKV sollen unabhängig von ihrer Zugehörigkeit zu einer bestimmten Krankenkasse gleichermaßen zum Solidarausgleich herangezogen werden. Dadurch sollen die Beiträge (Zusatzbeiträge), die die Mitglieder zu leisten haben, wieder die Funktion eines Preises erhalten, der Ausdruck der Qualität und Wirtschaftlichkeit der Versorgung durch die Krankenkassen ist.<sup>45</sup>

Um dies zu erreichen, sollte der 1994 eingeführte RSA strukturelle Unterschiede zwischen den Krankenkassen auf mehreren Ebenen ausgleichen: Auf der Ebene der beitragspflichtigen Einnahmen der Mitglieder (Finanzkraft der Krankenkassen), auf der Ebene der beitragsfrei mitversicherten Familienangehörigen und auf der Ebene der Morbidität der Versicherten (Beitragsbedarf der Krankenkassen). Er sollte aus Sicht der Krankenkassen risikoäquivalente Prämien simulieren, die die Risikostruktur der Versicherten erfassen, und dadurch die Vorteile von Risikoselektion eliminieren.<sup>46</sup>

---

<sup>43</sup> Göpfarth & Henke (2006), S. 3. Der Vollständigkeit halber sei hier erwähnt, dass der Risikostrukturausgleich nicht die einzige Möglichkeit ist, wie dem Problem der Risikoselektion entgegengewirkt werden kann. Der Grund, warum Risikoselektion überhaupt eine sinnvolle Strategie für Krankenkassen darstellt, liegt in den Einheitsprämien. Würde die Erhebung risikoäquivalenter Prämien zugelassen, so hätten die Krankenkassen keinen Grund mehr, Risikoselektion zu betreiben. Zur Wahrung des Solidaritätsprinzips müssten dann aber im Gegenzug die Versicherten je nach ihrer finanziellen und morbiditätsbedingten Bedürftigkeit bei der Zahlung der Prämien (über steuerfinanzierte Subventionen oder ähnliches) unterstützt werden, vgl. hierzu bspw. Pauly (1984), Zweifel & Breuer (2006) oder auch Werblow (2002) und insbesondere Rothgang et al. (2005), S. 83 f. Die Diskussion um den „richtigen“ ordnungspolitischen Rahmen für die Krankenversicherung ist nicht Gegenstand dieser Arbeit (vgl. hierzu bspw. Paolucci et al. (2006), van de Ven (2002)). Festzuhalten bleibt, dass auch in einem System mit risikoäquivalenten Prämien und Zuschüssen die Ermittlung morbiditätsadäquater Ausgleichszahlungen weiterhin ihre Relevanz behält. Die Ausgleichszahlungen würden dann allerdings nicht wie aktuell im deutschen System aus dem Gesundheitsfonds über den Risikostrukturausgleich an die Krankenkassen gezahlt, sondern es würden Zahlungen direkt an die Versicherten erfolgen.

<sup>44</sup> vgl. Wasem & Greß (2006), S. 221.

<sup>45</sup> Bundesversicherungsamt (2008e), S. 2.

<sup>46</sup> Vgl. für viele Jacobs et al. (2001), S. 18, Göpfarth & Henke (2007), S. 29, Göpfarth (2007), S. 7 f.

Bezüglich der Finanzkraft der Krankenkassen wurde über den Risikostrukturausgleich das von der Grundlohnsumme der Mitglieder abhängige Potenzial zu der Erhebung einkommensabhängiger Beiträge berücksichtigt. Die Ermittlung der Finanzkraft einer Kasse erfolgte über den Ausgleichsbedarfssatz (ABS) der als Quotient aus der Summe der berücksichtigungsfähigen Leistungsausgaben über alle GKV-Versicherten und der Summe der beitragspflichtigen Einnahmen über alle Mitglieder der GKV berechnet wurde. Die Finanzkraft einer Krankenkasse ergab sich dann aus der Multiplikation des Ausgleichsbedarfssatzes mit den beitragspflichtigen Einkommen der Mitglieder der Krankenkasse. Mit der so ermittelten Finanzkraft mussten sich die Krankenkassen am Risikostrukturausgleich beteiligen.

Allerdings war der Finanzkraftausgleich unvollständig. Die im RSA berücksichtigungsfähigen Leistungsausgaben umfassten nicht die Verwaltungsausgaben und nicht die Satzungs- und Mehrleistungen. Diese machten immerhin 8% aller Ausgaben der Krankenkassen aus. Dadurch wurden über den RSA nur 92% der Unterschiede in der Finanzkraft der Krankenkassen ausgeglichen, was im Extremfall Beitragssatzunterschiede i. H. v. bis zu 0,8 Beitragssatzpunkten ausmachte.<sup>47</sup>

Die Ebene der unterschiedlichen Familienlasten, die die Krankenkassen zu tragen haben, wurde im RSA dadurch berücksichtigt, dass alle Berechnungen nicht auf Ebene der einzelnen Mitglieder, sondern auf der Ebene der einzelnen Versicherten stattfanden. Krankenkassen bekamen für beitragsfrei mitversicherte Familienangehörige Beitragsbedarf im gleichen Umfang wie für beitragszahlende Mitglieder zugewiesen.<sup>48</sup>

Bei der Einführung des RSA konnte die Ebene, auf der die Unterschiede in der Morbiditätsstruktur der Versicherten ausgeglichen werden sollte, nur indirekt über Alter, Geschlecht und den Bezug einer Erwerbsminderungsrente erfasst werden (vorwiegend aus Gründen der Datenverfügbarkeit). Diese Faktoren können aber gerade mal 4 bis 6% der Varianz (je nach Datenbasis) in den Gesundheitsausgaben erklären.<sup>49</sup> Durch diese ungenügende Erfassung der tatsächlichen Mor-

---

<sup>47</sup> Vgl. Jacobs et al. (2001), S. 97 sowie Höppner et al. (2005), S. 21.

<sup>48</sup> Vgl. Wasem & Buchner (2006), S. 282.

<sup>49</sup> Vgl. Wissenschaftlicher Beirat (2011), S. 45. Für einen Überblick über die (unzulängliche)

biditätsstruktur ergaben sich Verzerrungen in den Zuweisungen, die den Krankenkassen Möglichkeiten zu Beitragssatzsenkungen um bis zu 2,8 Beitragssatzpunkte gaben bzw. sie vor die Notwendigkeit von Beitragssatzerhöhungen um bis zu 1,7 Beitragssatzpunkte stellten und das lediglich wegen der unterschiedlichen Struktur der Versicherten.<sup>50</sup> Es blieben dadurch erhebliche Anreize zur Risikoselektion bestehen.<sup>51</sup>

Diese Entwicklung ereignete sich zeitgleich auch in anderen europäischen Ländern und führte Mitte der 1990er Jahre wegen der unzulänglichen Erfassung der Morbidität nicht nur in Deutschland zu einer Diskussion über die Einführung einer „echten“, direkten Morbiditätskomponente in den RSA.<sup>52</sup> In Deutschland wurde bereits 2001 vom Gesetzgeber die Einführung der Morbiditätsorientierung des Risikostrukturausgleichs für 2007 vorgesehen. Bis dahin sollten kurzfristige Übergangsregelungen den Ausgleich verbessern.<sup>53</sup> Deshalb wurde 2002 ein Risikopool eingeführt (§ 269 SGB V), über den Hochkostenfälle ausgeglichen wurden,<sup>54</sup> und ab 2003 wurde zur zusätzlichen Erfassung der Morbidität die Teilnahme eines Versicherten an einem Disease Management Programm (DMP) nach § 137f SGB V als Risikomerkmale in den RSA aufgenommen.

Der Risikopool sollte Krankenkassen vor den finanziellen Risiken von Hochkostenfällen, die über die im Modell enthaltenen Parameter nicht erfasst werden konnten, schützen. Dafür wurden Ausgaben für Versicherte, die einen bestimmten Schwellenwert überstiegen, anteilmäßig aus dem Risikopool ausgeglichen. Der Pool wurde aus Abgaben der Krankenkassen entsprechend ihrer Finanzkraft finanziert. Wegen der Übernahme der tatsächlichen Leistungsausgaben setzte der Risikopool allerdings nicht genügend Anreize zu wirtschaftlichem Verhalten.<sup>55</sup> Die Berücksichtigung der Teilnahme an einem DMP wurde als Morbiditätsindi-

---

Erklärungskraft demografischer Variablen vgl. bspw. van de Ven & Ellis (2000), van Vliet & van de Ven (1992), Epstein & Cumella (1988) oder auch Beebe et al. (1985).

<sup>50</sup> Vgl. Göppfarth (2006), siehe auch Buchner & Wasem (2003), S. 29 für eine Übersicht über die Höhe der Beitragssätze.

<sup>51</sup> Vgl. Beck (2007), S. 1. oder auch Behrend et al. (2004), S. 20.

<sup>52</sup> Vgl. z. B. Wasem (1998), van de Ven et al. (2003). Insbesondere in Belgien, den Niederlanden und der Schweiz wurden ähnliche Diskussionen geführt (vgl. hierzu auch van de Ven et al. (2003) sowie van de Ven et al. (2007)).

<sup>53</sup> Vgl. Wasem et al. (2009), S. 4.e1.

<sup>54</sup> Vgl. Cassel (2004), S. 558.

<sup>55</sup> Vgl. Kifmann & Lorenz (2004), S. 539.

kator betrachtet. Doch da es nur für ausgewählte Krankheitsbilder DMPs gibt, da hierüber keine Komorbiditäten erfasst werden können und nur tatsächlich eingeschriebene Versicherte (bei freiwilliger Teilnahme) im RSA berücksichtigt werden können, konnte auch durch die Berücksichtigung der DMPs nur eine teilweise Verbesserung des Ausgleichs erreicht werden.<sup>56</sup>

Die generelle Wirksamkeit des RSA wurde dabei kaum noch in Frage gestellt.<sup>57</sup> Diskutiert wurde vielmehr, *wie* der RSA zielgenauer gemacht werden konnte und wie die direkte Erfassung der Morbidität umgesetzt werden konnte.<sup>58</sup>

### 2.3. Gesundheitsfonds und Morbi-RSA

Die Ende 2001 beschlossene Weiterentwicklung des RSA für das Jahr 2007 konnte auf Grund der politischen Kräfteverhältnisse nicht umgesetzt werden.<sup>59</sup> Letztendlich wurde der Übergang zum morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich erst mit dem GKV-Wettbewerbsstärkungsgesetz aus dem Jahr 2007 endgültig für das Jahr 2009 beschlossen. Die Einführung erfolgte Hand in Hand mit dem Wechsel von kassenindividuellen Beitragssätzen zu einer Finanzierung der Krankenkassen über einen bundesweit einheitlichen Beitragssatz über den Gesundheitsfonds.<sup>60</sup>

Der Gesundheitsfonds ist der institutionelle Ort, an dem die Beiträge von Arbeitgebern, Rentenversicherungsträgern und sonstigen Stellen, von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern sowie der Bundeszuschuss gesammelt werden. Er stellt ein vom Bundesversicherungsamt verwaltetes Sondervermögen des Bundes dar, das bei der Bundesbank liegt. Festgelegt ist seine Ausgestaltung in den §§ 266-272 SGB V und in der Risikostrukturausgleichsverordnung (RSAV).<sup>61</sup>

<sup>56</sup> Vgl. Göppfarth (2007) S. 25 sowie Höppner et al. (2006), S. 125 f.

<sup>57</sup> Vgl. bspw. Wasem et al. (2004), S. 18 f., Rürup & Wille (2004), S. 10, Zweifel & Breuer (2002), S. 20 f.

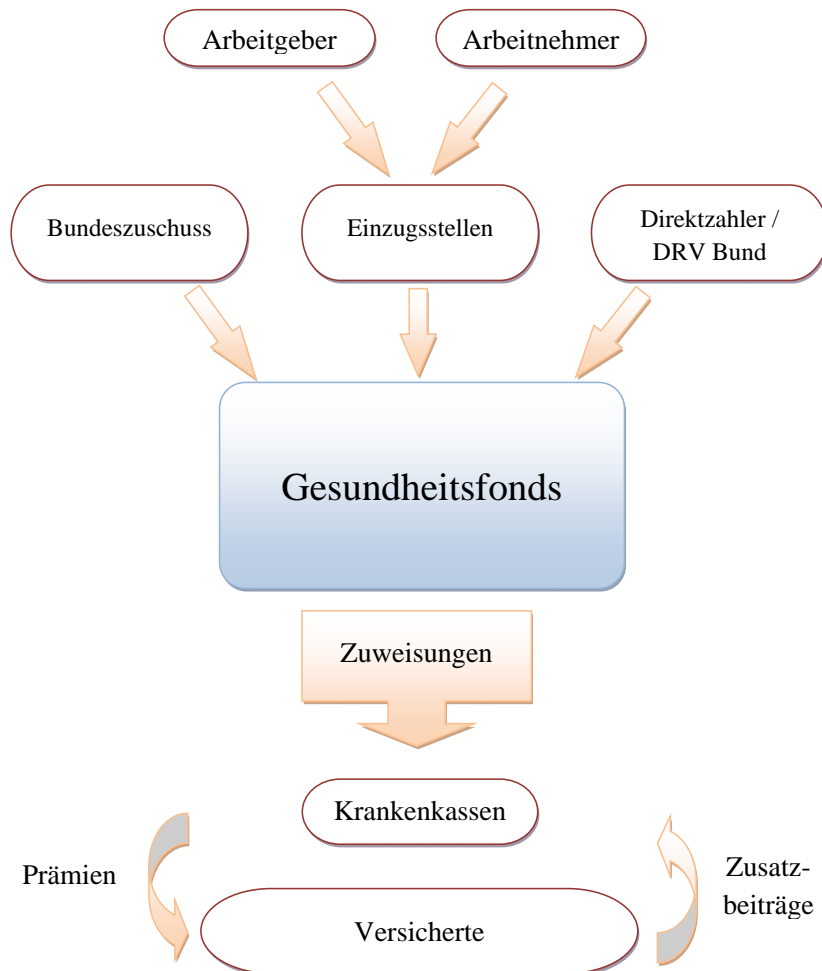
<sup>58</sup> Vgl. Göppfarth (2004), S. 3 f., Deutscher Bundestag (2001), Jacobs et al. (2001), Lauterbach & Wille (2001) und Lauterbach & Lungen (2005). Eine Gegenposition findet sich bei Breyer & Kifmann (2001).

<sup>59</sup> Vgl. Wasem et al. (2009), S. e.41.

<sup>60</sup> Vgl. Orlowski & Wasem (2007), S. 44. Am Gesundheitsfonds nehmen alle gesetzlichen Krankenkassen mit Ausnahme der landwirtschaftlichen Krankenkassen teil. Die Einführung des Gesundheitsfonds ist, auch wenn sie zeitgleich stattfand, nicht notwendig für den Übergang zu einem morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich. Der Risikostrukturausgleich wäre auch bei einer anderen Ausgestaltungsform der Finanzierung des Gesundheitssystems notwendig (vgl. Schäfer (2008), S. 6).

<sup>61</sup> Vgl. Simon (2010), S. 155 ff.

Aus dem Gesundheitsfonds fließen den Krankenkassen Zuweisungen zur Finanzierung ihrer Ausgaben zu (siehe Abbildung 1 für eine grobe Übersicht über die Finanzströme).



**Abbildung 1:** Finanzströme im GKV-System

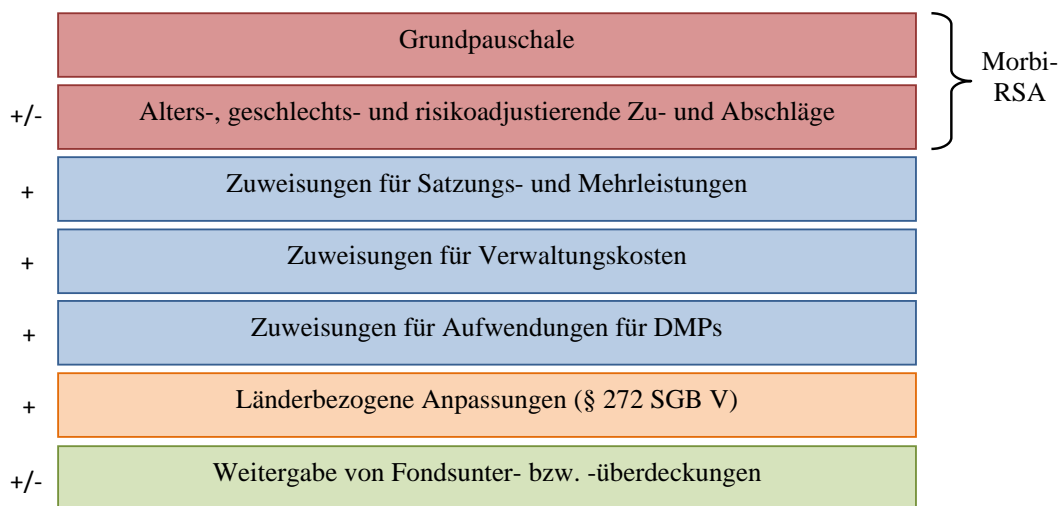
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Göppfarth (2010).

Dabei wird unterschieden zwischen:

- „Zuweisungen zur Deckung von Pflichtleistungen einer Krankenkasse,
- Zuweisungen für Satzungs- und Mehrleistungen,
- Zuweisungen für Aufwendungen zur Entwicklung und Durchführung der strukturierten Behandlungsprogramme und

- Zuweisungen zur Deckung von Verwaltungskosten<sup>62</sup> sowie
- Zuweisungen für länderbezogene Anpassungen (§ 272 SGB V).

Hinzu kommt, dass Über- und vor allem Unterdeckungen des Gesundheitsfonds an die Krankenkassen weitergegeben werden. Abbildung 2 gibt die Zusammensetzung der Zuweisungen aus dem Gesundheitsfonds an die Krankenkassen grafisch wieder. Die Zuweisungen zur Deckung von Pflichtleistungen werden nach Maßgabe des Morbi-RSA berechnet, der im Zentrum der vorliegenden Arbeit steht, weshalb auf die weiteren Zuweisungen im Folgenden nicht näher eingegangen wird.



**Abbildung 2:** Zusammensetzung der Zuweisungen aus dem Gesundheitsfonds  
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Göppfarth (2008)

Im Morbi-RSA werden (wie im Risikostrukturausgleich zuvor) nicht die tatsächlichen Leistungsausgaben, sondern die standardisierten Leistungsausgaben für die einzelnen Risikogruppen ausgeglichen.<sup>63</sup> Übersteigen die Zuweisungen die Leistungsausgaben einer Krankenkasse, so kann sie, wenn sie über eine ausreichende Finanzreserve verfügt, Prämien ausschütten. Krankenkassen, deren Leistungsausgaben hingegen über den standardisierten Leistungsausgaben liegen, können (bzw. müssen, wenn sie das Defizit nicht aus ihrer Finanzreserve ausgleichen können) einen Zusatzbeitrag erheben (§ 242 SGB V). Damit haben die Krankenkassen einen Anreiz, die Leistungsausgaben zu minimieren.<sup>64</sup>

<sup>62</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2008e), S. 3.

<sup>63</sup> Vgl. Orłowski & Wasem (2007), S. 43 f., Schäfer (2008).

<sup>64</sup> Vgl. Daubenbüchel & Göppfarth (2005), S. 43.

Den Prämien und Zusatzbeiträgen fällt in diesem System die Preisfunktion zu. Krankenkassen stehen über sie in direktem Wettbewerb zueinander. Gesundheitsfonds und Morbi-RSA gleichen die strukturellen Unterschiede in der Zusammensetzung der Mitglieder und Versicherten zwischen den Krankenkassen aus: Unterschiede in der Finanzkraft der Mitglieder der Krankenkassen kommen nicht mehr zum Tragen, da ein bundeseinheitlicher Beitragssatz angesetzt wird und die hierüber erhobenen Gelder nicht bei den Krankenkassen verbleiben, sondern in den Gesundheitsfonds fließen.<sup>65</sup>

Aus dem Gesundheitsfonds erhalten die Krankenkassen Zuweisungen nicht nur für die Mitglieder, sondern für alle Versicherten der Kasse, so dass die Zahl der mitversicherten Familienangehörigen für die Krankenkasse keine Rolle mehr spielt. Da die Zuweisungen an die Struktur der Versicherten nach Alter, Geschlecht und Morbidität angepasst (risikoadjustiert) sind und den standardisierten Leistungsausgaben entsprechen, verlieren auch die strukturellen Unterschiede hinsichtlich des Krankheitsrisikos zwischen den Krankenkassen ihre Relevanz. Bei einer hinreichend genauen Ausgestaltung des RSA können somit Krankenkassen, die sich wirtschaftlich verhalten, Prämien ausschütten und Krankenkassen, die sich im Vergleich zum GKV-Durchschnitt unwirtschaftlich verhalten, müssen Zusatzbeiträge erheben. Damit erhalten die Krankenkassen einen direkten Anreiz, die Gesundheitsleistungen möglichst wirtschaftlich zu erbringen.

Die Verhinderung von Risikoselektion durch den Morbi-RSA hängt entscheidend davon ab, wie zielgenau er wirkt, d. h. wie sicher er die tatsächlichen Morbiditätsrisiken der Versicherten erfassen kann.<sup>66</sup> Der alte RSA, der die Risikomerkmale Alter, Geschlecht, Bezug einer Erwerbsminderungsrente und Teilnahme an DMPs umfasste, konnte (ohne Risikopool, berechnet für den Jahresausgleich 2009) nur

---

<sup>65</sup> Über die Zusatzbeiträge, deren bei Einführung des Gesundheitsfonds mögliche Abhängigkeit vom Einkommen der Mitglieder und durch die konkrete Ausgestaltung der Überforderungsklausel gab es dennoch Anreize, möglichst einkommensstarke Mitglieder ohne beitragsfrei mitzuversichernde Familienangehörige für die Krankenkasse zu gewinnen. Hier hätten Kassen durch Risikoselektion durchaus Wettbewerbsvorteile erzielen können (vgl. Rürup (2009), S. 207, Lungen et al. (2010), S. 792, Greß et al. (2008)). Diese zu Fehlanreizen führenden Regelungen wurden durch das GKV-Finanzierungsgesetz (GKV-FinG) und den Wechsel zu einkommensunabhängigen Zusatzbeiträgen (§ 242a SGB V) in Kombination mit einem Sozialausgleich (§ 242b SGB V), wieder zurückgenommen (vgl. Augurzky (2010), Deutscher Bundestag (2010), S. 3).

<sup>66</sup> Vgl. Greß et al. (2010), S. 26 sowie bpsw. Wasem et al. (2005).

5,8% der Leistungsausgaben der Versicherten erklären.<sup>67</sup> Damit war Risikoselektion weiterhin lukrativ für Krankenkassen. Der Umstieg auf den Morbi-RSA hat eine deutliche Verbesserung gebracht: Im Verfahren des Jahresausgleichs für das Jahr 2010 konnten über 23% der Leistungsausgaben vorhergesagt werden. Dennoch bestehen weiterhin Verbesserungsmöglichkeiten in Bezug auf die Anpassung. Wie in Abschnitt 4 beschrieben wird, gibt es Hinweise darauf, dass die Berücksichtigung von Wechselwirkungen hierzu einen Beitrag leisten könnte.

---

<sup>67</sup> Vgl. Wissenschaftlicher Beirat (2011), S. 45.



### 3. Morbiditätsorientierter Risikostrukturausgleich

Das Verfahren des morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleichs (Morbi-RSA) umfasst mehrere Schritte, die vom Bundesversicherungsamt (BVA) durchzuführen sind und auf die im weiteren Verlauf dieses Abschnitts näher eingegangen wird.

Für die Weiterentwicklung und Durchführung des Risikostrukturausgleichs sieht § 30 der Risikostrukturausgleichsverordnung (RSAV) die jährliche Erhebung einer repräsentativen Stichprobe aller Versicherten derjenigen gesetzlichen Krankenkassen vor, die am Risikostrukturausgleich teilnehmen. Hierzu zählen alle gesetzlichen Krankenkassen mit Ausnahme der landwirtschaftlichen Krankenkassen.<sup>68</sup> Diese Daten werden an das BVA in Bonn übermittelt. Da die Auswertungen für die vorliegende Arbeit in Zusammenarbeit mit dem BVA auf diesem repräsentativen Datensatz vorgenommen werden konnten, wird im Folgenden ein Überblick über das Stichprobenkonzept, das Pseudonymisierungsverfahren, die Datenmeldung, die in dem Datensatz enthaltenen Satzarten und die Datenplausibilisierung der für diese Arbeit verwendeten Daten gegeben (Abschnitt 3.1). Eine inhaltliche Beschreibung des verwendeten Datensatzes erfolgt in Abschnitt 6.

Gemäß § 31 Abs. 4 Satz 1 RSAV legt das BVA die im Morbi-RSA zu berücksichtigenden Krankheiten fest. Das hierfür gewählte Vorgehen wird in Abschnitt 3.2 erläutert. Die Zuordnung der Versicherten zu den den Krankheiten zu Grunde liegenden Morbiditätsgruppen wird in Abschnitt 3.3 dargelegt. Mit Hilfe eines Regressionsverfahrens werden weiterhin die Risikozuschläge ermittelt, was in Abschnitt 3.4 beschrieben wird.

Die Berechnungen für die vorliegende Arbeit wurden im Jahr 2010 durchgeführt. Deshalb bilden die Vorschriften für den Jahresausgleich 2010 die Grundlage der Beschreibung des Verfahrens, das sich durch jährliche Anpassungen in einer stetigen Entwicklung befindet.

---

<sup>68</sup> Vgl. § 266 Abs. 9 SGB V.

## 3.1. Datenbasis

### 3.1.1. Stichprobenkonzept

Für die Durchführung des Risikostrukturausgleichs müssen die Versichertenstammdaten und die Morbiditätsinformationen für *alle* Versicherten der am Ausgleich teilnehmenden Krankenkassen beim BVA vorliegen, denn jedem einzelnen Versicherten muss für das Zuschlagsverfahren ein Risikogewicht zugeordnet werden (vgl. hierzu auch Abschnitt 3.4). Da die Krankenkassen über die Versichertenstammdaten ohnehin verfügen müssen und weil die Morbiditätsinformationen im Rahmen der Abrechnungen mit den Leistungserbringern als Routinedaten bei den Krankenkassen vorliegen, ist im Bereich der Stammdaten und Morbiditätsinformationen eine Vollerhebung leicht umzusetzen.

Für die Berechnung der Höhe der Risikogewichte (Zuschläge) müssen zusätzlich die Leistungsausgaben der Versicherten übermittelt werden. Dies bedeutet für die Krankenkassen einen hohen Erfassungsaufwand, denn für jeden Versicherten muss eine Art Ausgabenkonto geführt werden, was auf Grund der Quantität der Daten eine Herausforderung für die Krankenkassen darstellt.<sup>69</sup> Eine Vollerhebung ist an dieser Stelle allerdings nicht notwendig, eine Stichprobe ist ausreichend, was auch im Hinblick auf den Datenschutz durchaus Vorteile hat.<sup>70</sup> Da der Gesetzgeber für die Berechnungen nicht zwingend eine Vollerhebung voraussetzt, sondern auch eine repräsentative Stichprobe zugelassen hat (vgl. § 267 Abs. 3 Satz 5 SGB V), konnte das BVA den Erfassungsaufwand durch die Verwendung einer Stichprobe reduzieren. Bei der Festlegung des Stichprobenkonzepts wurde das Bundesversicherungsamt durch ein Gutachten unterstützt.<sup>71</sup>

Der Empfehlung des Gutachters, eine Geburtstagsstichprobe als einfache Zufallsstichprobe ohne Zurücklegen aus der Gesamtheit der Tage des Jahres zu ziehen, folgte das Bundesversicherungsamt.<sup>72</sup> Als Mindestumfang für die Bruttostichprobe (Umfang der unbereinigten Stichprobe, also bevor die Datenplausibilisierung stattgefunden hat) hat der Gutachter  $N = 4,9$  Millionen Versicherte ermittelt,

---

<sup>69</sup> Vgl. z. B. Piroth (2005), S. 47.

<sup>70</sup> Vgl. Schmidt et al. (2009), S. 279 f.

<sup>71</sup> Vgl. Schmidt et al. (2009), S. 280.

<sup>72</sup> Vgl. Schäfer (2007), S. 7 sowie Schmidt et al. (2009), S. 280 und GKV-Spitzenverband (2008) § 6, S. 8 f.

was einer Geburtstagsstichprobe im Umfang von 25 zufällig gewählten Tagen entspricht.<sup>73</sup> Die letztliche Auswahlquote beträgt 6,8% aller Versicherten der GKV.<sup>74</sup> Damit bleibt der Gesamtumfang der Stichprobe unterhalb der vom Gesetzgeber festgelegten Höchstgrenze von 10%, wie sie in § 267 Abs. 3 Satz 5 SGB V verankert wurde.<sup>75</sup>

### 3.1.2. Pseudonymisierungsverfahren

Bei den für den Risikostrukturausgleich verwendeten Daten handelt es sich um sensible Sozialdaten, die eines besonderen Schutzes bedürfen. Daher werden sämtliche Daten vor der Weitergabe an das BVA durch die Krankenkassen pseudonymisiert. Das angewendete Verfahren, das vom Bundesversicherungsamt jährlich aktualisiert und auf seiner Homepage veröffentlicht wird, verhindert den Rückschluss auf einzelne Versicherte und bewahrt so die Privatsphäre der Versicherten.<sup>76</sup>

Für die Durchführung des Risikostrukturausgleichs ist es allerdings notwendig, dass die Morbiditätsinformationen von Versicherten, die ihre Kassenzugehörigkeit wechseln, zusammengeführt werden können. Im Jahr 2006 wurde eine GKV-weit einheitliche Krankenversichertennummer eingeführt. Diese enthält einen unveränderbaren Teil, der den Versicherten identifiziert und einen veränderbaren Teil, der bundeseinheitliche Angaben zur Kassenzugehörigkeit enthält (§ 290 Abs. 1 SGB V). Dadurch, dass die Krankenkassen einen einheitlichen Pseudonymisierungsschlüssel verwenden, ist gewährleistet, dass die Daten eines Versicherten auch bei einem Wechsel der Krankenkasse beim Bundesversicherungsamt zusammengeführt werden können.<sup>77</sup>

Weiterhin müssen die Morbiditätsinformationen eines Jahres mit den Ausgaben-

---

<sup>73</sup> Vgl. Schäfer (2007), S. 11.

<sup>74</sup> Vgl. Schmidt et al. (2010), S. 213 sowie Schäfer (2007), S. 19.

<sup>75</sup> Für Versicherte ab einem Lebensalter von 60 Jahren und Erwerbsminderungsrentner wurden zusätzliche Stichtage festgelegt. In Disease Management Programme eingeschriebene Versicherte gehen mit einer Vollerhebung in die Datenbasis ein (vgl. GKV-Spitzenverband (2008) § 6, S. 8 f.).

<sup>76</sup> Eine detaillierte Darstellung des Pseudonymisierungsverfahrens ist nachzulesen in der „Bestimmung des GKV-Spitzenverbandes nach § 267 Abs. 7 Nr. 1 und 2 SGB V“, vgl. GKV-Spitzenverband (2010), Anlage 3.3.

<sup>77</sup> Vgl. Göpfarth (2007), S. 26.

daten sowohl desselben Jahres (für die Berechnung des Schwellenwertes bei der Krankheitsauswahl, vgl. hierzu Abschnitt 3.2), als auch mit den Ausgabendaten des Folgejahres (für die Berechnung der Zuschläge, vgl. hierzu Abschnitt 3.4), verknüpfbar sein. Eine weitergehende Verknüpfung der Daten (insbesondere über mehrere Jahre hinweg) darf nicht möglich sein. Deshalb wird der Pseudonym-schlüssel jährlich gewechselt und deshalb unterliegt das BVA einer Reihe von Datenlöschungspflichten.<sup>78</sup> Die Austauschmeldung 2007 (Meldejahr<sup>79</sup> 2009) und die Erstmeldung 2008 (ebenfalls Meldejahr 2009) werden bspw. mit einem anderen Schlüssel gemeldet als die Austauschmeldung 2006 und die Erstmeldung 2007 im Meldejahr 2008.<sup>80</sup>

### 3.1.3. Datenmeldung

Die Datenmeldungen untergliedern sich in eine Erst- und eine Austauschmeldung. Die Erstmeldung erfolgt jeweils zum 15. August in dem Jahr, das auf das Berichtsjahr<sup>81</sup> folgt. Die Erstmeldung für das Jahr 2007 wurde also zum Beispiel am 15.08.2008 an das Bundesversicherungsamt übermittelt. Die Austauschmeldung wird erst am 15. Juni des *zweiten* auf das Berichtsjahr folgenden Jahres gemeldet. Die Austauschmeldung für das Jahr 2007 erfolgte somit am 15.06.2009.<sup>82</sup>

Für die berücksichtigungsfähigen Leistungsausgaben (Satzart 700) erfolgt ausschließlich eine Erstmeldung; eine Austauschmeldung gibt es hier nicht.<sup>83</sup>

### 3.1.4. Datensatzstruktur

Die Krankenkassen liefern nach Maßgabe der §§ 266 und 267 SGB V, § 30 Risikostrukturausgleichsverordnung und der Anlage 3.4 der Vereinbarung für die Datenerhebung zur Weiterentwicklung des Risikostrukturausgleichs nach § 30 RSAV mehrere Satzarten an das Bundesversicherungsamt, von denen die für diese Ar-

---

<sup>78</sup> Vgl. Schmidt et al. (2009), S. 278 f. sowie GKV-Spitzenverband (2008), Anlage 3.3.

<sup>79</sup> Das Meldejahr ist das Jahr in dem die Datenmeldung erfolgt (vgl. GKV-Spitzenverband (2010)).

<sup>80</sup> Vgl. Schmidt et al. (2010), S. 213.

<sup>81</sup> Das Berichtsjahr ist das Jahr, aus dem die Datenmeldung stammt. Bei Datenmeldungen, die für den Jahresausgleich bestimmt sind, entspricht das Berichtsjahr dem Ausgleichsjahr (vgl. GKV-Spitzenverband (2010), S. 5).

<sup>82</sup> Vgl. Schmidt et al. (2010), S. 213.

<sup>83</sup> Vgl. Schmidt et al. (2010), S. 213.

beit relevanten im Folgenden beschrieben werden.<sup>84</sup> Alle Satzarten sind über das eindeutige Versichertenpseudonym miteinander verknüpfbar und können über das Feld „Betriebsnummer“ der Krankenkasse des jeweiligen Versicherten zugeordnet werden.

### **Satzart 100**

Satzart 100 umfasst die Versichertenstammdaten. Diese beinhalten unter anderem:

- das Geburtsjahr des Versicherten,
- das Geschlecht des Versicherten,
- die Anzahl der Tage, die der Versicherten im Berichtsjahr bei der Krankenkasse versichert war,
- die Anzahl der Tage mit Erwerbsminderung im Berichtsjahr,
- die Angabe, ob im Berichtsjahr mindestens eine extrakorporale Blutreinigung (Dialyse) erbracht wurde,
- ein Kennzeichen, ob der Versicherte im Berichtsjahr verstorben ist,
- die Anzahl der Tage, die der Versicherte im Berichtsjahr in ein Disease Management Programm eingeschrieben war.

Für jedes Versichertenpseudonym gibt es nur einen Datensatz in Satzart 100.

### **Satzart 400**

In Satzart 400 werden die Daten der Arzneimittelversorgung übermittelt. Hierzu zählen unter anderem:

- das Datum der Arzneimittelverordnung,

---

<sup>84</sup> An dieser Stelle werden nur diejenigen Daten erläutert, die für die vorliegende Arbeit von Bedeutung sind. Eine vollständige Auflistung aller Satzarten und Datenfelder sowie deren Spezifizierung enthält Anlage 3.4 der Vereinbarung für die Datenerhebung zur Weiterentwicklung des RSA nach § 30 RSAV, [GKV-Spitzenverband \(2010\)](#).

- die Pharmazentralnummer,<sup>85</sup>
- die Anzahl der Packungen dieser Pharmazentralnummer, die verschrieben wurden.

Jeder Versicherte erhält für jedes verschriebene (und eingelöste) Arzneimittel einen Eintrag in der Satzart 400. Es können also pro Versicherten mehrere Datensätze in Satzart 400 übermittelt werden.

### Satzart 500

Satzart 500 beinhaltet die Diagnosen der Krankenhausversorgung. Hier werden unter anderem folgende Informationen übermittelt:

- der Monat, in dem der Versicherte aus dem Krankenhaus entlassen wurde,
- die Krankenhausentlassungsdiagnosen, kodiert nach ICD-10 GM<sup>86</sup>,
- ein Kennzeichen, ob es sich bei der jeweiligen Diagnose um eine Haupt- oder um eine Nebendiagnose handelt,
- ein Kennzeichen, um welche Art der Behandlung es sich handelt (vollstationär, teilstationär, ambulante Operation im Krankenhaus oder sonstige).

Für jede Diagnose jedes Krankenhausaufenthaltes eines Versicherten im Berichtsjahr wird ein Datensatz gemeldet. Lag ein Krankenhausaufenthalt vor, werden also in der Regel mehrere Datensätze je Versicherten übermittelt.

---

<sup>85</sup> Die Pharmazentralnummer (PZN) ist eine Nummer, die im Gesundheitswesen der Bundesrepublik für die Identifikation von Arzneimitteln und Apothekenprodukten verwendet wird. Sie ist eine eindeutige Kennzeichnung der Produkte nach ihrer Bezeichnung, der Darreichungsform, der Wirkstoffstärke und der Packungsgröße (vgl. [http://www.ifaaffm.de/leistungen/\\_index.html](http://www.ifaaffm.de/leistungen/_index.html), [Mai 2010]).

<sup>86</sup> Die internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, ICD) ist ein Diagnoseklassifikationssystem der Medizin. Die Ziffer 10 kennzeichnet die in Deutschland aktuell verwendete Version, nämlich die international gültige Ausgabe 10. „GM“ steht für „German Modification“ und gibt an, dass die deutsche Anpassung der ICD gemeint ist (vgl. <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/diagnosen/icd10/index.htm>, [Mai 2010]).

**Satzart 600**

Satzart 600 umfasst die Diagnosen der ambulanten ärztlichen Versorgung. Hier werden unter anderem folgende Daten an das Bundesversicherungsamt gemeldet:

- die Angabe, in welchem Quartal die jeweilige Diagnose dokumentiert wurde,
- die Diagnose kodiert nach ICD-10 GM,
- die Qualifizierung der Diagnose, d. h. die Angabe, ob es sich um eine Verdachtsdiagnose, den Zustand nach der betreffenden Diagnose, eine ausgeschlossene Diagnose, um eine gesicherte Diagnose oder eine sonstige Diagnose handelt.

Auch hier wird wiederum für jede Diagnose ein eigener Datensatz gemeldet, so dass ein Versicherter mehrere Einträge in Satzart 600 haben kann.

**Satzart 700**

Satzart 700 enthält die personenbezogenen Leistungsausgaben, die im Risikostrukturausgleich berücksichtigungsfähig sind, für die in Abschnitt 3.1.1 beschriebene Versichertenstichprobe. Hierzu zählen die Leistungsausgaben in den folgenden Hauptleistungsbereichen, die pro Versicherten bereits aufsummiert an das Bundesversicherungsamt gemeldet werden:

- Ärzte (Hauptleistungsbereich 1),
- Zahnärzte (Hauptleistungsbereich 2),
- Apotheken (Hauptleistungsbereich 3),
- Krankenhäuser (Hauptleistungsbereich 4),
- sonstige Leistungsausgaben (Hauptleistungsbereich 5),
- Ausgaben im Bereich Krankengeld (Hauptleistungsbereich 6),
- Sachkosten der extrakorporalen Blutreinigung (Hauptleistungsbereich 7).

In der Satzart 700 wird nur ein Datensatz je Versicherten übermittelt.

### 3.1.5. Datenplausibilisierung

Die Qualität der übermittelten Daten wird auf mehreren Ebenen überprüft (vgl. zum Ablauf des Fehlerverfahrens auch Abbildung 3). Auf der ersten Stufe (Prüfung des Typs A) wird die Übereinstimmung der gelieferten Daten mit dem vereinbarten Datenformat überprüft, also die technische Richtigkeit der Daten. Die inhaltliche Datenprüfung, hierzu gehört eine Analyse der inhaltlichen Konsistenz der einzelnen Satzarten untereinander und auch mit anderen für den Risikostrukturausgleich zur Verfügung stehenden Satzarten, erfolgt in den Prüfungen des Typs B. Typ C Prüfungen analysieren die medizinisch-inhaltliche Richtigkeit der übermittelten Morbiditätsinformationen und bei Prüfungen des Typs D handelt es sich um allgemeine Auffälligkeitsprüfungen. Im Folgenden werden einige Prüfungen erläutert, um zu verdeutlichen, wie die Datenplausibilisierung abläuft. Eine detaillierte Beschreibung ist auf den Internetseiten des Bundesversicherungsamtes veröffentlicht worden.<sup>87</sup>

#### Technische Prüfungen - Typ A

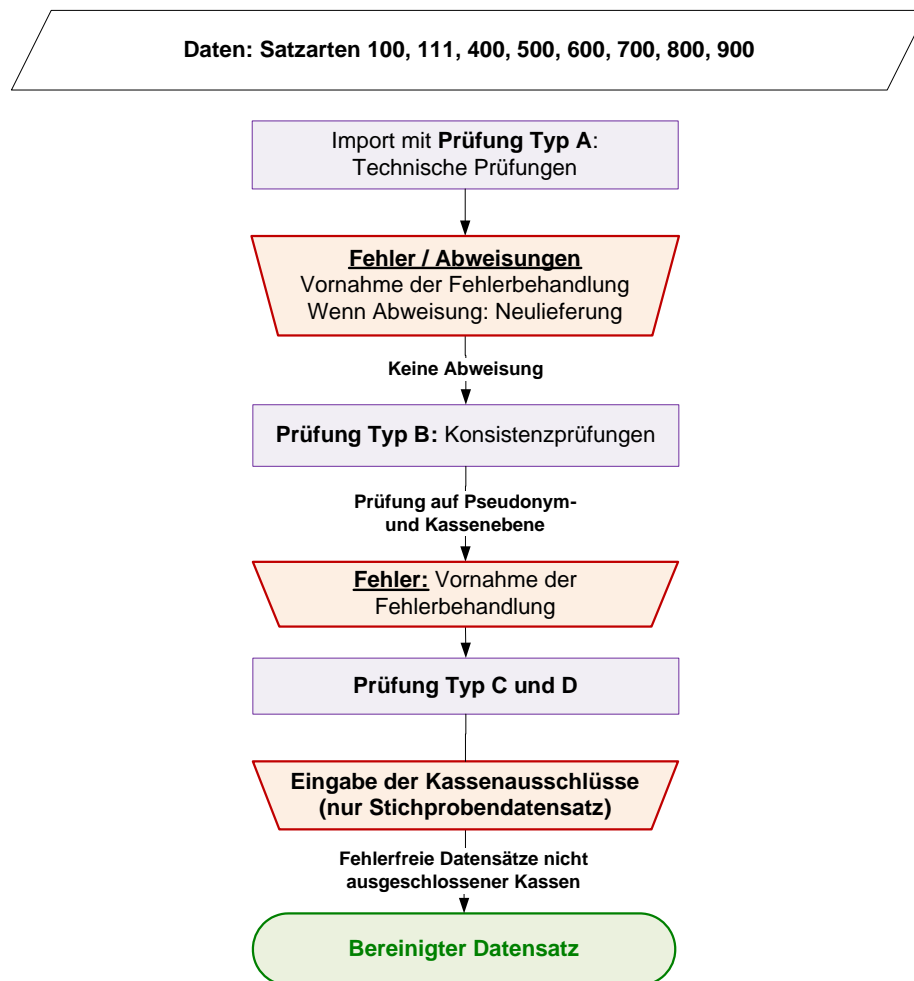
Die technischen Prüfungen des Typs A stellen sicher, dass die Datenfelder richtig befüllt wurden und für eine Aufnahme in die Datenbank des Bundesversicherungsamtes geeignet sind. Einige Fehler auf dieser grundlegenden Stufe führen zur vollständigen Ablehnung der gesamten Daten, die dann neu geliefert werden müssen. Jeder Datensatz muss mit einem Vorlaufsatz beginnen und mit einem Nachlaufsatz enden. Diese Vor- und Nachlaufsätze ermöglichen es, die Vollständigkeit und Zusammensetzung der übermittelten Datensätze zu prüfen. Geprüft werden beispielsweise folgende Punkte:<sup>88</sup>

- A001: Die im Vorlaufsatz angegebene Satzart ist nicht bekannt oder weicht von der im Datensatz/Nachlaufsatz angegebenen Satzart ab.
- A002: Das im Vorlaufsatz angegebene Berichtsjahr weicht von dem im Datensatz/Nachlaufsatz angegebenen Jahr ab.
- A003: Das im Vorlaufsatz angegebene Berichtsjahr ist nicht zulässig.

<sup>87</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009f) sowie Bundesversicherungsamt (o. J.). Der folgende Abschnitt bezieht sich vorwiegend auf das Konzept des Bundesversicherungsamtes (Bundesversicherungsamt (2009f)) sowie auf Schmidt et al. (2009), S. 280 ff. und GKV-Spitzenverband (2007), Anlage 3.5.

<sup>88</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009f), S. 4 ff.





**Abbildung 3:** Ablauf des Fehlerverfahrens

Quelle: Bundesversicherungsamt (2009f), S. 3.

- A006: Die Anzahl der Datensätze stimmt nicht mit der Angabe im Nachlaufsatz überein.
- A013: Das Geburtsjahr ist größer als das Berichtsjahr oder liegt vor 1890.
- A014: Der angegebene Wert zum Geschlecht ist nicht „1“ oder „2“.
- etc.

### **Inhaltliche Konsistenzprüfungen - Typ B**

Sind die Daten erfolgreich durch die technischen Prüfungen gelaufen, so werden im Anschluss daran die logischen Zusammenhänge zwischen den Satzarten überprüft. Dies ist notwendig, damit die Daten sinnvoll aggregiert werden können. Zuerst wird die Kompatibilität der Satzarten pseudonymbezogen untereinander analysiert. Anschließend wird die Kompatibilität der Satzarten auf Kassenebene geprüft.

#### *Pseudonymbezogener Abgleich der Satzarten*

Liegen Fehler auf dieser Ebene vor, so kann dies die Löschung oder Änderung des Datensatzes nach sich ziehen. Häufen sich Fehler in diesem Bereich, so nimmt das Bundesversicherungsamt Kontakt mit dem Spitzenverband der gesetzlichen Krankenversicherungen auf, um die Ursachen zu finden bzw. eine Neulieferung der Daten zu veranlassen. Beispiele für pseudonymbezogene Fehler sind:

- B001: Pseudonym taucht im Folgejahr in den Kassendaten wieder auf, obwohl es im Vorjahr als verstorben geführt wird (dies gilt auch für Kassenwechsler).
- B002: Nach Aggregation auf GKV-Ebene (notwendig für Kassenwechsler) ergeben sich für ein Pseudonym mehr als 365/366 Versichertentage.
- B003: Das Pseudonym weist nach Aggregation auf GKV-Ebene Abweichungen in Alter oder Geschlecht auf.
- etc.

#### *Kassenbezogener Abgleich der Satzarten*

Bei diesen Prüfungen wird ein Abgleich zwischen den Versichertenstammdaten der Satzart 100, den Morbiditätsinformationen der Satzarten 400, 500 und 600 auf der einen Seite und den Angaben in der Satzart 700, die die Leistungsausgaben enthält, vollzogen. Liegen Unplausibilitäten vor, so sollen die betreffenden Satzarten neu geliefert werden. Ist dies nicht möglich, so werden bei gravierenden Fehlern die Daten aus dem Datensatz gelöscht. Folgende Prüfungen werden unter anderem durchgeführt:

- BK01: die Ausschöpfungsquote<sup>89</sup> der Versicherungstage einer Kasse ist unplausibel.
- BK02: Die Ausschöpfungsquote der Leistungsausgaben einer Kasse ist unplausibel.
- BK04: Bei mehr als  $x^{krit}\%$  der Versicherten einer Kasse wurden Ausgaben im Hauptleistungsbereich Apotheke der Satzart 700 vermerkt, obwohl im gleichen Jahr keine Rezepte in der Satzart 400 gemeldet wurden.<sup>90</sup> Bzw. auch umgekehrt: bei mehr als  $x^{krit}\%$  der Versicherten einer Kasse sind keine Ausgaben in der Satzart 700 vermerkt, obwohl Rezepte geltend gemacht wurden.
- etc.

Bei den Prüfungen des Typs B wird bei vorgefundenen Fehlern eine Klärung mit dem Spitzenverband der gesetzlichen Krankenversicherungen angestrebt, die zu einer Korrektur der Daten oder zu einer kompletten Neumeldung der Daten führen kann. Nur bei gravierenden Fehlern, die nicht korrigiert oder durch Neumeldung behoben werden können, werden die entsprechenden Datensätze aus der Datenbasis gelöscht. Bei extrem schwerwiegenden Inkonsistenzen können die gesamten Daten einer Krankenkasse aus der Datenbasis gelöscht werden. Abbildung 4 verdeutlicht das Vorgehen.

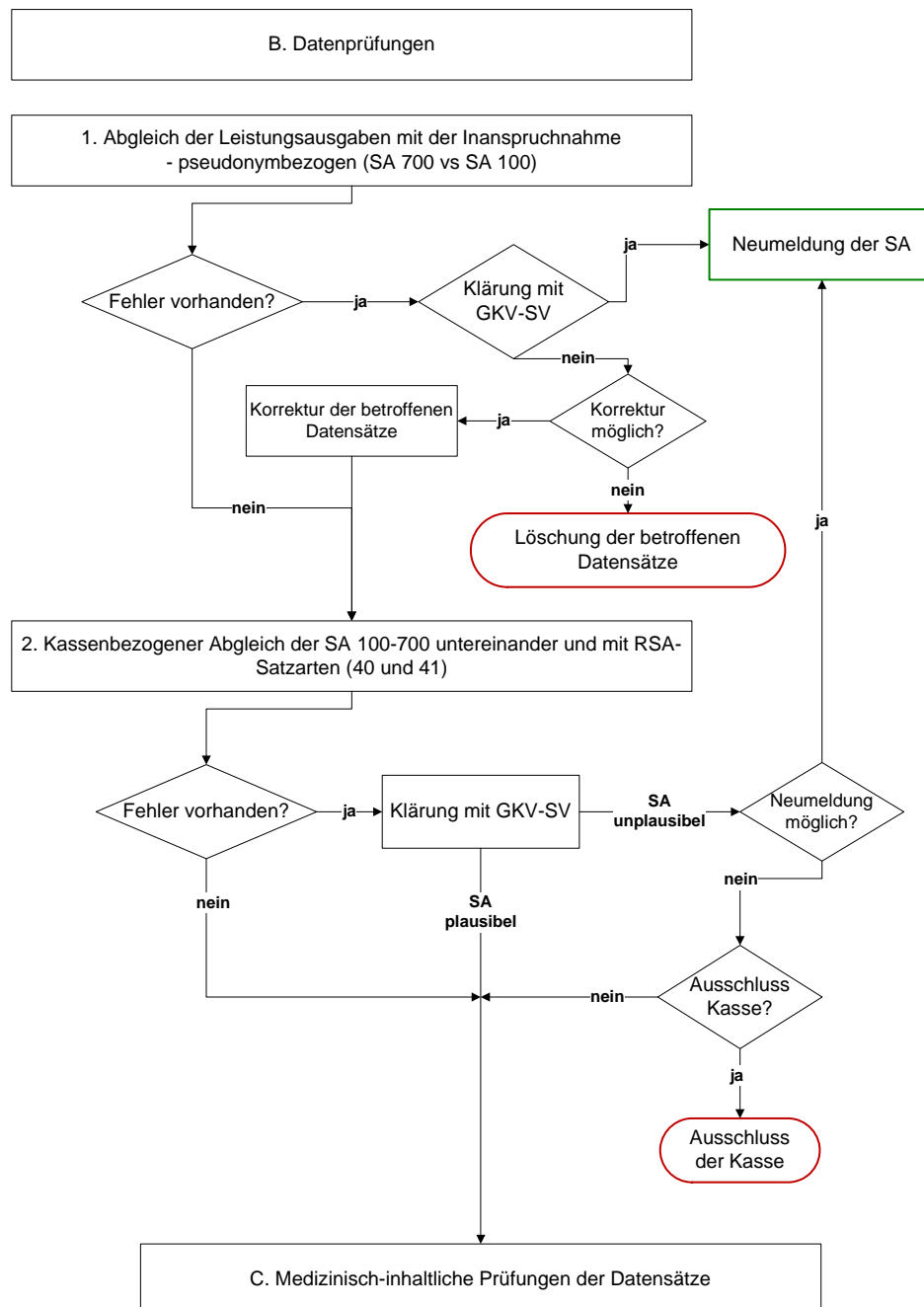
### Medizinisch-inhaltliche Prüfungen - Typ C

Im Rahmen der medizinisch-inhaltlichen Prüfungen wird insbesondere ermittelt, ob die gemeldeten Diagnosekodes (ICD) und Pharmazentralnummern (PZN) im Berichtsjahr gültig sind und mit den Versichertenstammdaten der Satzart 100 konform sind. Auch an dieser Stelle gilt, dass bei einer Häufung von Fehlern bei einer Krankenkasse Rücksprache mit dem Spitzenverband der gesetzlichen Krankenkassen gehalten wird und geklärt wird, ob die Daten neu geliefert werden

---

<sup>89</sup> Für die Ausschöpfungsquoten werden die in den RSA-Satzarten enthaltenen Angaben in Beziehung gesetzt zu den Angaben, die die Krankenkassen im Rahmen anderer Statistiken zu melden haben.

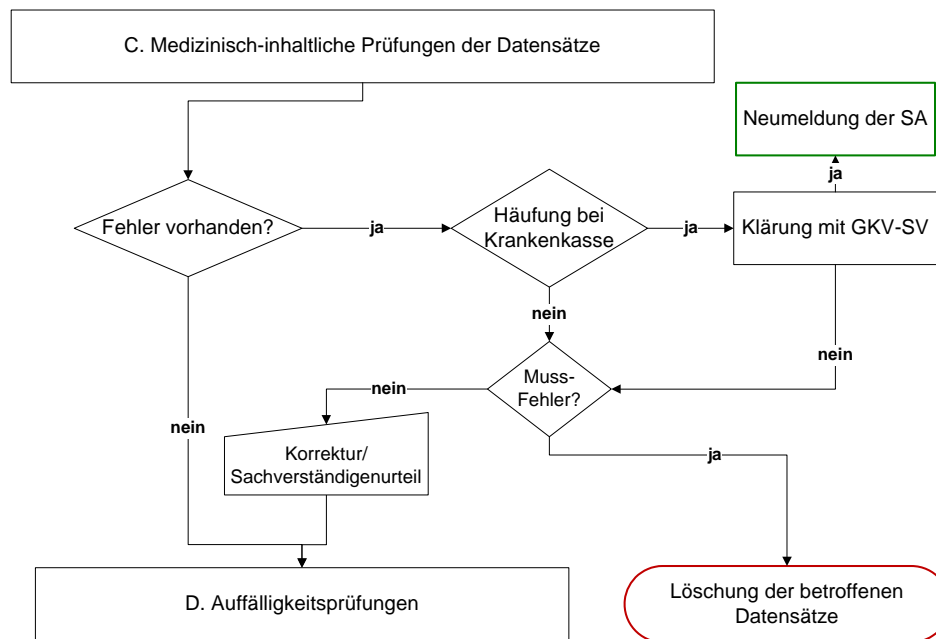
<sup>90</sup> Der kritische Wert  $x^{krit}$  wird auf Basis der jeweils vorliegenden Daten berechnet und ergibt sich aus dem Durchschnitt der relevanten Variablen zuzüglich der zweifachen Standardabweichung (vgl. Bundesversicherungsamt (2009f), S. 8).



**Abbildung 4:** Ablauf der Datenprüfung

Quelle: Bundesversicherungsamt (2009f), S. 10.

können. Falls dies nicht möglich ist, werden die entsprechenden Datensätze gelöscht (vgl. zum Ablauf auch Abbildung 5).



**Abbildung 5:** Ablauf der medizinisch-inhaltlichen Prüfungen  
 Quelle: Bundesversicherungsamt (2009f), S. 10.

Basis für die Prüfung der Diagnosedaten sind die Metadateien des Deutschen Instituts für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI), die jährlich erscheinen und in denen einige (zum Teil sektorspezifische) Kriterien bzgl. der Kodierzulässigkeit der Diagnosen hinterlegt sind.<sup>91</sup> Im ambulanten Bereich wird nur die Fassung des ICD-10 GM Katalogs des jeweiligen Berichtsjahres akzeptiert. Im stationären Bereich wird auch die Version des Vorjahres angenommen, da es passieren kann, dass ein Versicherter im Vorjahr hospitalisiert wurde, aber erst im Berichtsjahr entlassen wird und sich somit in den übermittelten Daten auch richtigerweise Diagnosen des Vorjahres befinden können.

Für die Analyse der Pharmazentralnummern wird der GKV-Arzneimittelindex des Wissenschaftlichen Instituts der allgemeinen Ortskrankenkassen (WIdO) herangezogen. Er wird als Forschungsprojekt erstellt, um Transparenz auf dem Arzneimittelmarkt zu gewährleisten. Der Index enthält jährlich angepasste Daten zu den in Deutschland zu Lasten der gesetzlichen Krankenkassen verordneten Arzneimitteln.<sup>92</sup>

<sup>91</sup> Die Metadateien können unter <http://www.dimdi.de/dynamic/de/klassi/downloadcenter/index.html> heruntergeladen werden [Juli 2010].

<sup>92</sup> Vgl. <http://www.wido.de/gkv-arzneimittelind.html>, [Juli 2010].

Es sind unterschiedliche Konsequenzen je nach Schweregrad der Fehler vorgesehen: bei einigen Fehlern wird lediglich ein Hinweis ausgegeben, andere Fehler führen zur Löschung des betroffenen Datensatzes. Unter anderem werden folgende Punkte überprüft:

- C001: Die Pharmazentralnummer entspricht keinem gültigen Kode (entsprechend dem GKV-Arzneimittelindex des WIdO).
- C002: Die ICD entspricht keinem für den Bereich gültigen Kode.
- C003: Der Abgleich zwischen ICD-Kode und Versichertenstammdaten ergab eine Unstimmigkeit für entweder Alter oder Geschlecht (entsprechend der DIMDI-Liste<sup>93</sup>).
- C006: Der Diagnosekode der Hauptdiagnose ist nicht zur Primärverschlüsselung zugelassen.
- etc.

### Auffälligkeitsprüfungen - Typ D

In einem letzten Schritt werden die Daten auf sonstige Auffälligkeiten überprüft. Dabei werden Kennzahlen analysiert, die die Charakteristika der gelieferten Daten zusammenfassen. Dabei werden Abgleiche sowohl auf Pseudonymebene als auch mit anderen Daten, die für den Jahresausgleich benötigt werden, und den aggregierten Meldungen des Vorjahres gezogen. Hierzu zählen unter anderen:

- D001: Die Anzahl von Arzneimittelpackungen je Pseudonym weicht vom Kassenmittelwert um mehr als drei Standardabweichungen nach oben ab.
- D002: Die Anzahl der Diagnosen pro Pseudonym weicht vom Kassenmittelwert um mehr als drei Standardabweichungen nach oben ab.
- D005: Die Prävalenz einer Krankheit weicht um mehr als 10 Prozentpunkte von der im Vorjahr gemeldeten Krankheitsprävalenz ab.
- etc.

Nach Abschluss aller beschriebenen Prüfungen liegt der bereinigte Datensatz vor.

---

<sup>93</sup> In der Definition des ICD-10 GM sind für bestimmte Diagnosen Altersgrenzen und/oder Geschlechtsbezüge definiert, die an dieser Stelle überprüft werden (vgl. Schmidt et al. (2010), S. 214).

### 3.2. Krankheitsauswahl

Die Risikostrukturausgleichsverordnung (RSAV) regelt, dass nicht von Anfang an *alle* Krankheiten im Risikostrukturausgleich berücksichtigt werden, sondern der Ausgleich zuerst auf Basis von nur 50 bis 80 Krankheiten durchgeführt werden soll.<sup>94</sup> Das mit dieser Beschränkung verfolgte Ziel ist der Begründung zum GKV-Wettbewerbsstärkungsgesetz zu entnehmen. Hier heißt es:<sup>95</sup>

„Durch die weitere Vorgabe, dass das gewählte und an die spezifischen Gegebenheiten der gesetzlichen Krankenversicherung angepasste Klassifikationsmodell an Hand von 50 bis 80 Krankheiten zu filtern ist, soll eine gleitende Einführung der direkten Morbiditätsorientierung sichergestellt werden, um die Kalkulationssicherheit und Planbarkeit für die Krankenkassen zu erhöhen. Um nicht vorhersehbare Verwerfungen in der Übergangsphase zu vermeiden, sollen Risikozuschläge daher zunächst nur für ein begrenztes Krankheitsspektrum ermittelt werden.“

Die zu berücksichtigenden Krankheiten sollen folgenden Anforderungen genügen:<sup>96</sup>

- Es müssen Krankheiten mit einem schwerwiegenden Verlauf sein und/oder
- kostenintensive chronische Krankheiten, „[...] bei denen die durchschnittlichen Leistungsausgaben je Versicherten die durchschnittlichen Leistungsausgaben aller Versicherten um mindestens 50 vom Hundert übersteigen [...]“.
- Sie müssen eng abgrenzbar sein.

Die begründenden Ausführungen zum GKV-Wettbewerbsstärkungsgesetz enthalten noch weitere Punkte, die zu berücksichtigen sind, nämlich dass

- die ausgewählten Krankheiten für das Versorgungsgeschehen von besonderer Bedeutung sein sollen und

---

<sup>94</sup> Vgl. § 31 Abs. 1 S. 2 RSAV.

<sup>95</sup> Vgl. *Deutscher Bundestag* (2006), S. 204.

<sup>96</sup> Vgl. § 31 Abs. 1 Sätze 3 und 4 RSAV.

- wesentlichen Einfluss auf die Kostenbelastung der Krankenkassen haben sollen.
- Der entstehende Morbiditätsfilter soll einen  $R^2$ -Wert von 12% in der Regression für die Ermittlung der Gewichtungsfaktoren nicht unterschreiten.<sup>97</sup>

Die Ausgestaltung der Vorgaben obliegt nach Maßgabe des § 31 Abs. 4 Satz 1 RSAV dem Bundesversicherungsamt, das sich dabei auf ein Gutachten des wissenschaftlichen Beirates zur Weiterentwicklung des Risikostrukturausgleichs stützen soll und vor der endgültigen Festlegung die Spitzenverbände der Krankenkassen (den Spitzenverband) anhören soll. Die grundlegenden Begriffe „Krankheit“, „Kostenintensität“, „Chronizität“ und auch „Verlaufschwere“ sind allerdings nicht allgemeingültig definiert und müssen erst interpretiert und anschließend operationalisiert werden.<sup>98</sup>

Den zu berücksichtigenden Krankheiten kommt im Risikostrukturausgleich eine zentrale Rolle zu: Ihre Auswahl hat entscheidenden Einfluss auf die Umverteilungen, die durch den Morbi-RSA zwischen den Krankenkassen vorgenommen werden. Durch die Festlegung des Krankheitsbegriffs und durch die Definition der einzelnen Krankheiten wird bestimmt, wie breit das insgesamt abgedeckte Morbiditätsspektrum ausfällt: „Je breiter die Definition eines einzelnen Krankheitsbildes gefasst wird, desto breiter fällt auch das Morbiditätsspektrum aus, das die Grundlage für die Berechnung der Zuweisungen aus dem Gesundheitsfonds darstellt.“<sup>99</sup> Auf Grund der unterschiedlichen Morbiditätsstruktur ihrer Versicherten haben die Krankenkassen deshalb verständlicherweise divergierende Präferenzen bzgl. der Festlegung der Krankheiten.<sup>100</sup> Auch andere Gruppen wie z. B. die Ärzteschaft und Patientenorganisationen haben ein Interesse an der Krankheitsliste. Deshalb gab es eine rege Diskussion um die Auswahl der Krankheiten und die Kritik war vielfältig und hatte unterschiedliche Gründe.<sup>101</sup>

<sup>97</sup> Vgl. Deutscher Bundestag (2006), S. 204.

<sup>98</sup> Vgl. Wissenschaftlicher Beirat (2007), S. 10.

<sup>99</sup> Vgl. Wissenschaftlicher Beirat (2007), S. 3 sowie S. 10.

<sup>100</sup> Vgl. Wasem et al. (2009), S. 4.e2.

<sup>101</sup> siehe hierzu bspw. Bender (2008), Hovermann (2008), Kailuweit (2008), Klusen (2008), König et al. (2008), Wasem (2008). Auch die Reaktionen von Seiten der Politik (vgl. z. B. o. V. (2008)) und die vielfältigen Stellungnahmen, die nach Veröffentlichung des Gutachtens des wissenschaftlichen Beirates publiziert wurden (vgl. hierzu [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nn\\_1440668/DE/](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1440668/DE/)



Teilweise wurden schon die Vorgaben des Gesetzgebers bemängelt. Der Gesetzestext legt eine Schwellenwertprüfung fest, die auf den durchschnittlichen Leistungsausgaben der Versicherten basiert. Auf Grund der extrem schiefen Verteilung der Leistungsausgaben wird der Schwellenwert der 1,5-fachen Durchschnittsausgaben aber nur von ca. 14% der Versicherten überschritten. Für ca. 9% aller Versicherten wurden im Jahr 2006 gar keine Leistungsausgaben gemeldet und 82,7% aller Ausgaben entfielen auf nur 20% der Versicherten.<sup>102</sup> Selbst der wissenschaftliche Beirat kritisierte in seinem Gutachten diese gesetzlich vorgeschriebene Verwendung der *Durchschnittskosten*.<sup>103</sup>

Das methodische Vorgehen bei der Auswahl der Krankheiten, wie es vom Bundesversicherungsamt festgelegt wurde, wird im Folgenden auf Grund seiner zentralen Bedeutung für den Risikostrukturausgleich kurz erläutert.<sup>104</sup>

### 3.2.1. Der Begriff der Krankheit

Das BVA nutzt für die Krankheitsabgrenzung die Gruppierungslogik eines etablierten Klassifikationsmodells und schließt sich der Wahl des wissenschaftlichen Beirats, die auf das HCC-Modell (HCC: Hierarchic Condition Categories) der Firma DxCG (mittlerweile Verisk Health) gefallen ist, an. Dieses Modell wurde bereits durch die Gutachtergruppe IGES/Lauterbach/Wasem im Jahr 2005 für den Einsatz im deutschen Risikostrukturausgleich analysiert. Es ordnet Versicherten an Hand ihrer Diagnosen so genannte DxGruppen zu. Dies sind medizinisch homogene Gruppen von Diagnosen. Die DxGruppen werden in einem weiteren Schritt zu medizinisch sinnvollen und kostenhomogenen HCCs zusammengefasst. Für den Morbi-RSA wird der Begriff der Krankheit „als Gruppierung von einer oder mehreren“ dieser Diagnosegruppen (DxGruppen) definiert. Die Anwendung der Kriterien „kostenintensiv chronisch“ und „schwerwiegend“ erfolgt auf Ebene der Krankheiten.<sup>105</sup>

---

Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Stellungnahmen\_\_Entwurf.html, [Juli 2010]) sprechen für den hohen Stellenwert, der der Krankheitsauswahl beigemessen wird.

<sup>102</sup> Vgl. hierzu auch Schmidt et al. (2009), S. 300.

<sup>103</sup> Vgl. Wissenschaftlicher Beirat (2007), S. 63.

<sup>104</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2008c), S. 20ff.

<sup>105</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2008c), S. 21.

### 3.2.2. Der Begriff der Chronizität

Als „chronisch“ werden Krankheiten eingestuft, bei denen für mehr als 50% der betroffenen Versicherten gilt, dass in mindestens zwei Quartalen eines Jahres die betreffende Diagnosegruppe in den gesicherten vertragsärztlichen Diagnosen dokumentiert wurde.<sup>106</sup>

### 3.2.3. Der Begriff des schwerwiegenden Verlaufs

Der Schweregrad einer Krankheit wird über die Hospitalisierungsquote definiert: Zu den Krankheiten mit schwerwiegendem Verlauf werden diejenigen gezählt, die eine Hospitalisierungsquote von mindestens 10% aufweisen.<sup>107</sup>

### 3.2.4. Der Begriff der Kostenintensität

Anders als vom wissenschaftlichen Beirat vorgeschlagen, greift das Bundesversicherungsamt nicht auf die mittleren Kosten für die Operationalisierung des Begriffs der „Kostenintensität“ zurück. Vielmehr verwendet es eine gewichtete Kleinste-Quadrate-Regression, um die Krankheitskosten unabhängig von Komorbiditäten identifizieren zu können.<sup>108</sup> Die spezifischen Kosten werden mit der Prävalenz durch Multiplikation mit der Quadratwurzel der absoluten Fallzahlen gewichtet. Somit folgt das BVA auch nicht der Empfehlung des wissenschaftlichen Beirates bzgl. der Prävalenzgewichtung, nämlich eine Gewichtung mit der logarithmierten Prävalenz vorzunehmen, sondern gewichtet die Prävalenz durch die Quadratwurzel deutlich stärker.<sup>109</sup> Für die Einstufung als „kostenintensiv“ müssen sich diese gewichteten Kosten oberhalb des 73,5%-Perzentils der Kostenverteilung über alle Krankheiten befinden (dieses Perzentil wurde für den Jahresausgleich 2010 festgelegt, da hier genau 80 Krankheiten ausgewählt wurden; die

<sup>106</sup> Vgl. Wissenschaftlicher Beirat (2007), S. 27 sowie Bundesversicherungsamt (2008c), S. 23 f.

<sup>107</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2008c), S. 24 f.

<sup>108</sup> Die Einzelheiten dieses Verfahrens sind in Bundesversicherungsamt (2008b), S. 3 ff. dokumentiert.

<sup>109</sup> Gerade der Punkt der Prävalenzgewichtung war Gegenstand einer breiten Diskussion, da durch die Form der Prävalenzgewichtung festgelegt wird, ob einzelne seltene Krankheiten mit sehr hohen Leistungsausgaben Eingang in die Liste finden oder ob ein Schwerpunkt auf weit verbreitete, durchaus weniger leistungsausgabenintensive, aber durch die weite Verbreitung insgesamt sehr hohe Leistungsausgaben verursachende Krankheiten gelegt wird (Volkskrankheiten). Die Umsetzung des BVA liegt in gewisser Weise zwischen dem Vorschlag des wissenschaftlichen Beirates und bspw. dem Vorschlag der Essener Liste, die den Schwerpunkt auf weit verbreitete Krankheiten legt, vgl. Ulle et al. (2008).

Grenze wird für jeden Jahresausgleich neu berechnet). Somit ist eine Krankheit auszuwählen, „wenn sie:

- das Kriterium der Schwere **oder** der Chronizität erfüllt **und**
- ihre prävalenzgewichteten Ausgaben oberhalb eines festgelegten Perzentils [73,5%] der Ausgabenverteilung liegen (Kostenintensität)“.<sup>110</sup>

### 3.2.5. Die Schwellenwertprüfung

Das Kriterium der Schwellenwertprüfung hat der Gesetzgeber recht eindeutig definiert,<sup>111</sup> so dass das BVA zuerst den Schwellenwert berechnet (als das 1,5-fache der mittleren Leistungsausgaben über alle Versicherte) und anschließend überprüft, ob die Leistungsausgaben für die unterschiedlichen Krankheiten diesen übersteigen. Da keine der bis zu diesem Schritt ermittelten Krankheiten den Schwellenwert unterschreitet, bleibt die Auswahl der 80 Krankheiten bestehen.<sup>112</sup>

Über diese Berechnungsschritte ist eine Liste von 80 Krankheiten zu Stande gekommen, die den gesetzlichen Anforderungen genügt. Jede Krankheit beinhaltet mindestens eine DxGruppe und die ihr jeweils zugeordneten ICD-10 GM Codes. Für das Ausgleichsverfahren des Jahres 2010 waren insgesamt knapp 3.900 ICD Codes in den zu berücksichtigenden Krankheiten zusammengefasst.<sup>113</sup> Der nächste Schritt besteht darin, dass über den Algorithmus des Versichertenklassifikationsmodells festgelegt werden muss, wie auf Basis der gemeldeten Daten das Vorliegen einer der 80 Krankheiten bei einem Versicherten valide festgestellt werden kann.

## 3.3. Versichertenklassifikation

### 3.3.1. Auswahl des Klassifikationsmodells

Für die Auswahl des Klassifikationsmodells hat der Gesetzgeber Kriterien vorgegeben, den Prozess der Anpassung definiert und Veröffentlichungspflichten vorgesehen. Dabei soll das Bundesversicherungsamt auf einem bereits bestehenden

<sup>110</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2008b), S. 5.

<sup>111</sup> Vgl. hierzu auch Göppfarth (2007), S. 27.

<sup>112</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2008b), S. 10.

<sup>113</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009c).

Klassifikationsmodell aufbauen und dieses an deutsche Verhältnisse anpassen.<sup>114</sup>

Nach Maßgabe des § 31 Abs. 2 S. 1 Nr. 1 RSAV sollte der wissenschaftliche Beirat einen Vorschlag für die Anpassungen des vom Bundesversicherungsamt gewählten Modells machen. Da der wissenschaftliche Beirat jedoch im März 2008 zurückgetreten war, wurde ein solcher Vorschlag nicht unterbreitet. Daher hat das BVA die notwendigen Festlegungen mit Hilfe einiger Experten erarbeitet.<sup>115</sup>

Als Grundlage für die Entscheidung für ein konkretes Klassifikationsmodell wurde das wissenschaftliche Gutachten von IGES/Lauterbach/Wasem (2005) herangezogen, in dem mehrere Klassifikationsmodelle mit deutschen Daten empirisch untersucht wurden. Da das Versichertenklassifikationsmodell die Versicherten entsprechend der Krankheitsauswahl gruppieren soll, lag es nahe, das Vorgehen bei der Krankheitsauswahl und die Gruppierung der Versicherten in Morbiditätsgruppen aufeinander abzustimmen.<sup>116</sup>

Von den Gutachtern wurde das Kombinationsmodell IPHCC/RxGroups empfohlen, das sich auf stationäre Diagnosen und ambulant verschriebene Arzneimittel stützt. Ein weiteres Gutachten bestätigte die generelle Anwendbarkeit der Arzneimittelkomponente für den deutschen Markt, wies aber auf einen gewissen Anpassungsbedarf hin.<sup>117</sup> Allerdings konnte dieses Modell durch die gesetzliche Vorgabe einer Beschränkung der zu berücksichtigenden Krankheiten auf eine Zahl von 50 bis 80 Krankheiten nicht eingesetzt werden. Diese Beschränkung auf bestimmte Krankheiten hätte eine eindeutige Zuordnung von Arzneimitteln zu einzelnen Krankheiten erfordert, was jedoch nicht möglich ist, da ein und derselbe Wirkstoff für die Therapie unterschiedlicher Krankheiten verwendet werden kann. Die Arzneimittelkomponente des Modells (RxGroups) baut hingegen auf dem gesamten Krankheitsspektrum auf und lässt keine Einschränkungen an dieser Stelle zu.<sup>118</sup> Es hätte passieren können, dass eine Krankheit, die im Morbi-RSA zu berücksichtigen wäre, mit demselben Wirkstoff behandelt wird wie eine Krankheit, die nicht in die Krankheitsauswahl einbezogen wurde. Eine trennscharfe Unter-

<sup>114</sup> Vgl. § 31 Abs. 1 Sätze 1 und 2 RSAV.

<sup>115</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2008d), S. 1.

<sup>116</sup> Vgl. Göppfarth (2007), S. 28.

<sup>117</sup> Vgl. Glaeske (2005).

<sup>118</sup> Vgl. hierzu bspw. Behrend et al. (2006), S. 9 ff. oder auch Behrend et al. (2007).

scheidung wäre in so einem Fall unmöglich. Auch würden einige Krankheiten, die zwar in die Krankheitsauswahl einbezogen wurden, nicht jedoch medikamentös behandelt werden müssen (bspw. „ausgeprägte schwere Lähmungen“), mit einem solchen Modell bei ausschließlich ambulanter Behandlung nicht erfasst. Daher war es notwendig, für den ambulanten Bereich auch die ambulanten Diagnosen zur Klassifikation heranzuziehen.<sup>119</sup>

Das BVA hat eigene empirische Untersuchungen durchgeführt und ist zu dem Schluss gekommen, dass (gemessen am Bestimmtheitsmaß und der Vorhersagerelation) ein Modell, das stationäre und ambulante, über Arzneimittel validierte, Diagnosen verwendet, die besten Schätzeigenschaften aufweist. Dabei wird eine Validierung der ambulanten Diagnosen über Arzneimittelverordnungen nur in Einzelfällen, in denen dies aus medizinischer Sicht notwendig erscheint, vorgenommen.<sup>120</sup>

So wurde als Basis für das Klassifikationsmodell schließlich das HCC-Modell ausgewählt. Es wurde im Gutachten von IGES/Wasem/Lauterbach als geeignet befunden und wurde von derselben Forschergruppe entwickelt wie auch das von den Gutachtern bevorzugte IPHCC/RxGroups-Modell. Das HCC-Modell wurde vom BVA an die deutschen Verhältnisse angepasst und wird jedes Jahr an Hand der jeweils neuen Datenmeldung (mit den jeweils gültigen Versionen des ICD-Katalogs und der PZN-Tabelle) überarbeitet. Für die Berechnungen der vorliegenden Arbeit bildeten die Bestimmungen für das Ausgleichsjahr<sup>121</sup> 2010 die Basis, weshalb im Folgenden die für dieses Jahr geltenden Vorschriften beschrieben werden.<sup>122</sup>

---

<sup>119</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2008d), S. 2 f.

<sup>120</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2008d), S. 3.

<sup>121</sup> Das „Ausgleichsjahr“ ist das Jahr, für das der Jahresausgleich durchgeführt wird (vgl. GKV-Spitzenverband (2010)).

<sup>122</sup> Die Unterscheidungen zu den Bestimmungen für das Jahr 2009 und auch für 2011 bestehen vorwiegend in Detailanpassungen bzgl. einzelner Aufgreifkriterien und der Hierarchien; die grundsätzliche Vorgehensweise wurde beibehalten. Bei der folgenden Beschreibung wurde – falls nicht anders gekennzeichnet – auf die Festlegungen des Bundesversicherungsamtes für das Ausgleichsjahr 2010 zurückgegriffen vgl. Bundesversicherungsamt (2009b).

### 3.3.2. Zuordnung zu den Alters- und Geschlechtsgruppen

Jedem Versicherten wird auf Grund seines Alters und seines Geschlechts durch das Klassifikationsmodell eine von 40 Alters- und Geschlechtsgruppen (AGGn) zugeordnet (siehe Tabelle 1<sup>123</sup>). So wird bspw. einem 36 Jahre alten Mann AGG 28 zugeordnet.

**Tabelle 1:** Alters- und Geschlechtsgruppen

Quelle: Bundesversicherungsamt (2009d), S. 6.

Variable	Inhalt	Variable	Inhalt
AGG 1	weiblich, 0 Jahre	AGG 21	männlich, 0 Jahre
AGG 2	weiblich, 1-5 Jahre	AGG 22	männlich, 1-5 Jahre
AGG 3	weiblich, 6-12 Jahre	AGG 23	männlich, 6-12 Jahre
AGG 4	weiblich, 13-17 Jahre	AGG 24	männlich, 13-17 Jahre
AGG 5	weiblich, 18-24 Jahre	AGG 25	männlich, 18-24 Jahre
AGG 6	weiblich, 25-29 Jahre	AGG 26	männlich, 25-29 Jahre
AGG 7	weiblich, 30-34 Jahre	AGG 27	männlich, 30-34 Jahre
AGG 8	weiblich, 35-39 Jahre	AGG 28	männlich, 35-39 Jahre
AGG 9	weiblich, 40-44 Jahre	AGG 29	männlich, 40-44 Jahre
AGG 10	weiblich, 45-49 Jahre	AGG 30	männlich, 45-49 Jahre
AGG 11	weiblich, 50-54 Jahre	AGG 31	männlich, 50-54 Jahre
AGG 12	weiblich, 55-59 Jahre	AGG 32	männlich, 55-59 Jahre
AGG 13	weiblich, 60-64 Jahre	AGG 33	männlich, 60-64 Jahre
AGG 14	weiblich, 65-69 Jahre	AGG 34	männlich, 65-69 Jahre
AGG 15	weiblich, 70-74 Jahre	AGG 35	männlich, 70-74 Jahre
AGG 16	weiblich, 75-79 Jahre	AGG 36	männlich, 75-79 Jahre
AGG 17	weiblich, 80-84 Jahre	AGG 37	männlich, 80-84 Jahre
AGG 18	weiblich, 85-89 Jahre	AGG 38	männlich, 85-89 Jahre
AGG 19	weiblich, 90-94 Jahre	AGG 39	männlich, 90-94 Jahre
AGG 20	weiblich, 95 + Jahre	AGG 40	männlich, 95 + Jahre

Damit auch Neugeborene und neu in die GKV aufgenommene Versicherte (dies können aus dem Ausland kommende oder von einer Privatversicherung in das GKV-System wechselnde Versicherte sein) im Ausgleich berücksichtigt werden können, erfolgt die Zuordnung der Versicherten zu den Alters- und Geschlechts-

<sup>123</sup> Wurden Tabellen in Anlehnung an andere Quellen erstellt oder vollständig übernommen, so ist dies im Text kenntlich gemacht. Erscheint an einer Tabelle kein Quellenhinweis, so ist die Tabelle eigenständig erstellt worden.

gruppen abweichend von allen anderen Zuordnungsregeln über die Versicherten-  
daten des *Berichtsjahres*.

### 3.3.3. Zuordnung zu den Erwerbsminderungsgruppen

In der Risikostrukturausgleichsverordnung ist festgelegt, dass Versicherte, die den „überwiegenden Teil des dem Berichtsjahr vorausgehenden Jahres eine Rente wegen Erwerbsminderung erhalten haben“, eigene Risikogruppen nach Alter und Geschlecht erhalten sollen (vgl. § 31 Abs. 4 Satz 4 RSAV). Deshalb hat das Bundesversicherungsamt bei der Anpassung des HCC-Modells sechs Erwerbsminderungsgruppen (EMGn) eingeführt. Hat ein Versicherter in dem dem Berichtsjahr vorangehenden Jahr an mindestens 183 Tagen eine Rente auf Grund von Erwerbsminderung bezogen, so wird ihm an Hand seines Alters und seines Geschlechts eine dieser Erwerbsminderungsgruppen zugeordnet (vgl. Tabelle 2). Einer 60-jährigen Frau, die in dem dem Berichtsjahr vorangegangenen Jahr mindestens 183 Tage eine Erwerbsminderungsrente bezogen hat, würde dementsprechend EMG 3 zugeordnet.

**Tabelle 2:** Erwerbsminderungsgruppen

Quelle: Bundesversicherungsamt (2009d), S. 6.

Variable	Inhalt
EMG 1	EM-Rentner, weiblich, unter 46 Jahren
EMG 2	EM-Rentner, weiblich, 46-55 Jahre
EMG 3	EM-Rentner, weiblich, 56-65 Jahre
EMG 4	EM-Rentner, männlich, unter 46 Jahren
EMG 5	EM-Rentner, männlich, 46-55 Jahre
EMG 6	EM-Rentner, männlich, 56-65 Jahre

### 3.3.4. Zuordnung zu den Morbiditätsgruppen

Die Zuordnung zu den Morbiditätsgruppen ist der eigentliche Kern des HCC-Modells. Da dieses Versichertenklassifikationsmodell im und für das US-amerikanische Gesundheitssystem entwickelt wurde, musste es zum einen an die gesetzlichen Vorschriften zur Ausgestaltung des Morbi-RSA und zum anderen an

die Gegebenheiten des deutschen Gesundheitssystems angepasst werden. Deshalb modifizierte das BVA die Regeln, mit denen Versicherten Morbiditätsgruppen zugeordnet werden und passte auch die hierarchisierten Morbiditätsgruppen (HMGn) an.

### **Zuordnung zu den hierarchisierten Morbiditätsgruppen**

Grundlage des Modells ist die Zuordnung von ICD-Diagnosen zu klinisch homogenen diagnostischen Gruppen, den sogenannten DxGruppen (DxG). Da bereits für die Auswahl der zu berücksichtigenden Krankheiten dieses Modell verwendet wurde und in diesem Rahmen eine Anpassung der Zuordnung der ICD-10 GM Kodes zu den DxG vom wissenschaftlichen Beirat entwickelt wurde, die vom BVA übernommen werden konnte, bestand an dieser Stelle kein weiterer Anpassungsbedarf.

Abgesehen von einigen Ausnahmen (bspw. bei Krankheiten, die bei Kindern und Erwachsenen signifikant voneinander abweichende Behandlungskosten erwarten lassen) wird jede ICD genau einer DxG zugeordnet. Jede DxG läuft ihrerseits in eine zuschlagsfähige Morbiditätsgruppe des Klassifikationsmodells (wobei jede Morbiditätsgruppe mindestens eine DxG umfasst). Für die Zuordnung der Versicherten zu den Morbiditätsgruppen werden dabei die Diagnosedaten des dem jeweiligen Berichtsjahr vorangehenden Jahres genutzt.<sup>124</sup> Der Ablauf des Aufgreifalgorithmus ist in Abbildung 6 veranschaulicht.

Für die Gruppierung der Versicherten werden nur diejenigen Diagnosen verwendet, die den zu berücksichtigenden Krankheiten zugeordnet sind. Alle anderen Diagnosen werden direkt im ersten Schritt verworfen. Die verbleibenden Diagnosen werden einer grundlegenden Plausibilitäts- und Validitätsprüfung unterzogen, wobei stationär dokumentierte Diagnosen und ambulant dokumentierte Diagnosen unterschiedlich behandelt werden.

---

<sup>124</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2008d), S. 8.



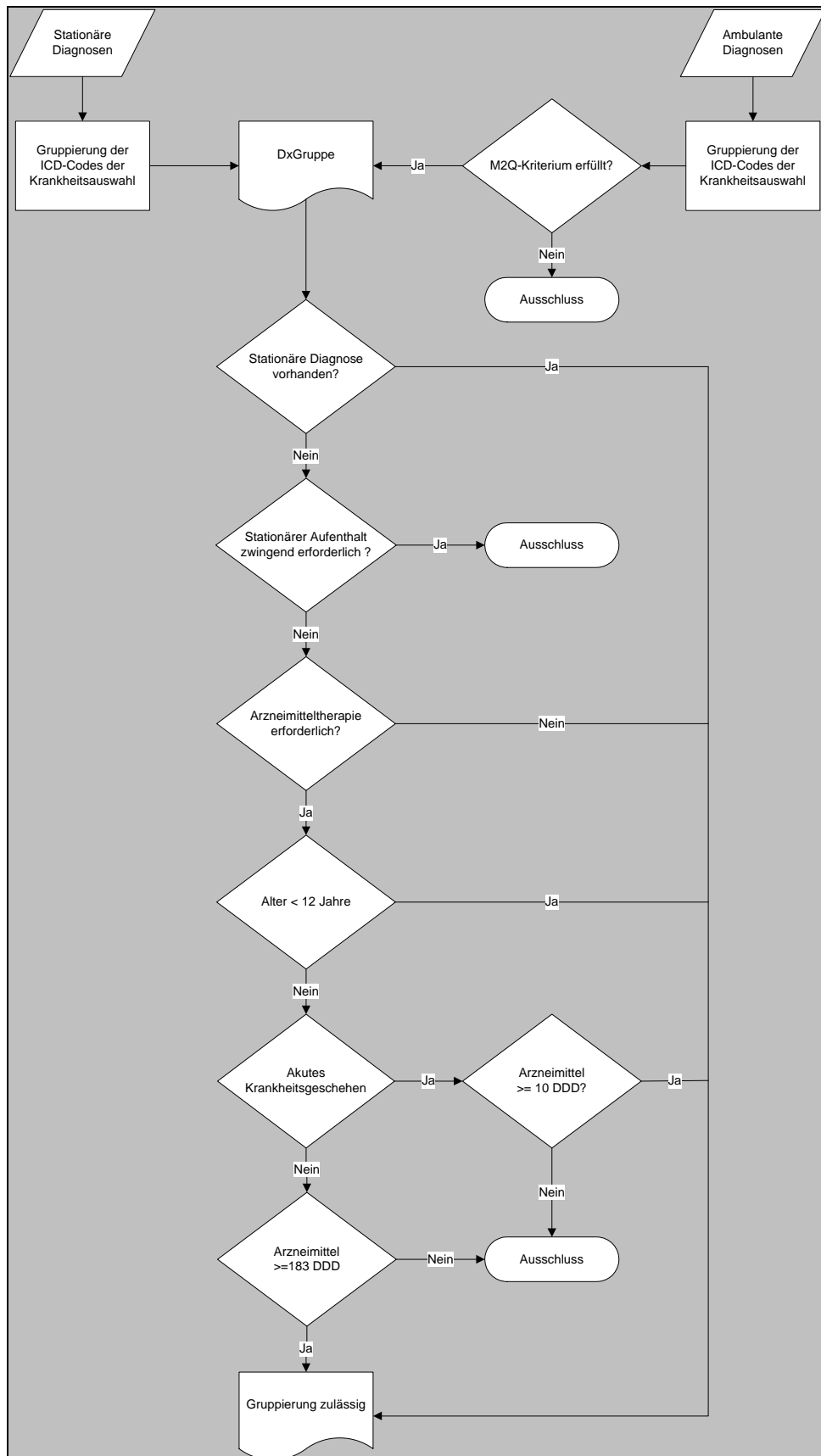


Abbildung 6: Aufgreifalgorithmus

Quelle: Bundesversicherungsamt (2008d), S. 7.

Die stationären Diagnosen werden an Hand der Kriterien des DIMDI nach § 301 SGB V überprüft. Gültige stationäre Diagnosen führen immer zu einer Gruppierung des Versicherten.

Die ambulanten Diagnosen werden an Hand der Prüfkriterien des DIMDI nach § 295 SGB V auf ihre Gültigkeit hin überprüft. Bevor eine gültige ambulante Diagnose zu einer Gruppierung des Versicherten führt, müssen allerdings noch einige weitere Validierungsschritte durchlaufen werden. So muss mindestens eine zweite gesicherte Diagnose derselben Krankheit in mindestens einem anderen Quartal des Berichtsjahres dokumentiert worden sein (M2Q-Kriterium).

Außerdem hat das Bundesversicherungsamt für einige Krankheiten die Dokumentation von stationären Diagnosen als zwingend festgelegt. Dies ist bei solchen Krankheiten der Fall, bei denen aus medizinischer Sicht unbedingt ein stationärer Aufenthalt erforderlich ist. Liegt für eine solche Krankheit nur eine *ambulante* Diagnose vor, so führt sie, selbst wenn es eine weitere Diagnose zu diesem Krankheitsbild in einem anderen Quartal gibt und das M2Q-Kriterium somit erfüllt wird, nicht zu einer Gruppierung. Beispiele hierfür sind „zerebrale Blutungen“ und „Lungenversagen“.

Einige ambulante Diagnosen müssen über verordnete Arzneimittel validiert werden, andere nicht. Es wird unterschieden zwischen:

- ambulanten Diagnosen, die auch ohne verordnete Arzneimittel zu einer Gruppierung des Versicherten führen. Dies gilt zum Beispiel bei Depressionen oder auch bei Mukoviszidose.
- ambulanten Diagnosen, für die zwingend eine Arzneimittelvalidierung verlangt wird. Hierbei wird wiederum unterteilt in:
  - ambulante Diagnosen eines *akuten* Krankheitsgeschehens. Für diese Diagnosen müssen passende Arzneimittelverordnungen über mindestens 10 Tagesdosen (DDD<sup>125</sup>) vorliegen,

---

<sup>125</sup> DDD steht für „daily defined dose“: „The DDD is the assumed average maintenance dose per day for a drug used for its main indication in adults.“ siehe [http://www.whocc.no/ddd/definition\\_and\\_general\\_considera/](http://www.whocc.no/ddd/definition_and_general_considera/), [Januar 2011].

- ambulante Diagnosen eines *chronischen* Krankheitsgeschehens. Für diese Diagnosen müssen passende Arzneimittelverordnungen über mindestens 183 Tagesdosen (DDD) vorliegen.

Für diese Prüfung hat das Bundesversicherungsamt eine Zuordnungstabelle entwickelt, in der den Diagnosegruppen Arzneimittel auf Grundlage der jeweiligen Wirkstoffe, wie sie im Anatomisch-Therapeutisch-Chemischen System (ATC)<sup>126</sup> klassifiziert sind, zugeordnet werden, mit denen die zu Grunde liegende Krankheit behandelt werden kann.

Für Kinder, die weniger als zwölf Jahre alt sind, entfällt die Validierung der ambulanten Diagnosen über Arzneimittelverschreibungen, da die verwendeten Tagesdosen in Bezug auf das Körpergewicht eines „durchschnittlichen“ Erwachsenen berechnet wurden und in dieser Form nicht auf Kinder übertragbar sind. Bei Kindern, die jünger als zwölf sind, erfolgt demnach die Zuordnung zu den DxGruppen auch im ambulanten Bereich allein über die Diagnosen.

Über den beschriebenen Aufgreifalgorithmus werden den Versicherten die jeweils relevanten Diagnosegruppen (DxGruppen) zugeordnet. Diese werden in einem nächsten Schritt zu Morbiditätsgruppen (MGn) zusammengefasst. Die Morbiditätsgruppen bestehen aus klinisch verwandten DxGruppen, die in der Regel mit einem vergleichbaren Ressourcen- und Behandlungsaufwand einhergehen. Unterschiedliche Ausprägungen ein und desselben Krankheitsbildes sollen aber nicht mehrere Zuschläge auslösen. Vielmehr soll nur die schwerste Ausprägung des Krankheitsbildes einen Zuschlag veranlassen. Würden durch alle Diagnosen eines Krankheitsbildes Zuschläge ausgelöst, so würden Anreize zu Mehrfachkodierungen gesetzt; es würde sich dann nämlich lohnen, auch klinisch gesehen „schwächere“ Formen eines Krankheitsbildes zu kodieren bzw. unspezifische Codes zu verwenden. Das würde allerdings den Kodierrichtlinien widersprechen, denen zu Folge „in der höchsten Differenziertheit“ zu kodieren ist.<sup>127</sup>

<sup>126</sup> Die Arzneimittel können an Hand ihrer Pharmazentralnummer (PZN) eindeutig identifiziert werden. Über den Arzneimittelindex des WiDo (vgl. hierzu Abschnitt 3.1.5) kann ihnen der ATC-Kode des enthaltenen Hauptwirkstoffes und die Anzahl der Tagesdosen, die die Verschreibung umfasst, zugeordnet werden, so dass das BVA über die erstellte Zuordnungstabelle eine Validierung der Diagnosen über die Hauptwirkstoffe der für die einzelnen Versicherten verschriebenen Medikamente vornehmen kann.

<sup>127</sup> Vgl. InEK (2010b), S. XVII.

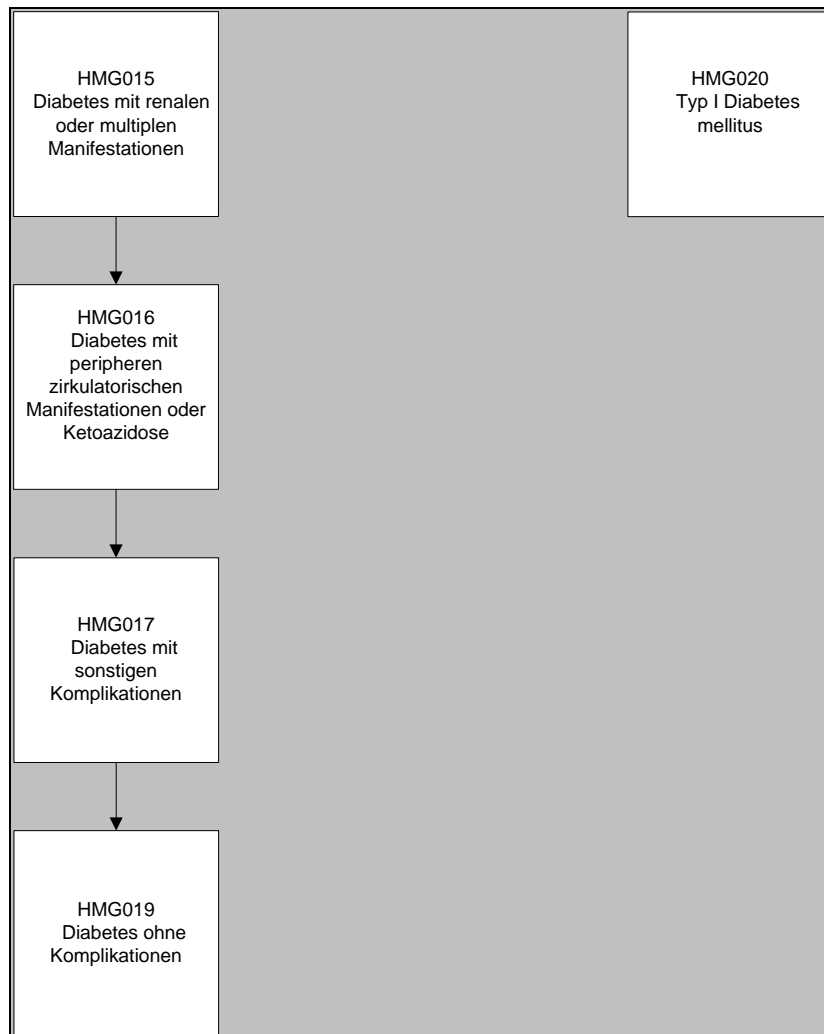
Deshalb wird eine Hierarchisierung der Morbiditätsgruppen vorgenommen, aus denen sich die hierarchisierten Morbiditätsgruppen (HMGn) ergeben. Morbiditätsgruppen, die klinisch gesehen verwandt sind, werden zueinander in eine Schweregradrelation gesetzt. Werden einem Versicherten nun mehrere Morbiditätsgruppen über die für ihn dokumentierten Diagnosen zugeordnet, die zueinander in einer hierarchischen Beziehung stehen, so geht nur die in der Hierarchie am höchsten stehende HMG in die Zuschlagsberechnung ein. Morbiditätsgruppen, die nicht in einer Hierarchie miteinander verbunden sind, bleiben nebeneinander bestehen.

Ein Beispiel soll dieses Verfahren verdeutlichen: HMG015 (Diabetes mit renalen Manifestationen) dominiert z. B. HMG016 (Diabetes mit akuten Komplikationen) sowie alle anderen Diabetes Typ II Gruppen, da Diabetes mit renalen oder multiplen Manifestationen den höchsten Schweregrad in der Gruppe der Diabeteserkrankungen zugewiesen bekommen hat. Sind für einen Versicherten Diagnosen dokumentiert, die ihm sowohl HMG015 als auch HMG016 zuordnen (z. B. von einem Haus- und einem Facharzt), so fällt im Hierarchisierungsverfahren HMG016 für diesen Versicherten weg (vgl. hierzu Abbildung 7). Sind noch andere Diagnosen dokumentiert, die z. B. zu einer Zuordnung der HMG001 (HIV/AIDS) für diesen Versicherten führen, so bleibt HMG001 neben HMG015 (da die beiden HMGn nicht in einem hierarchischen Verhältnis zueinander stehen) für diesen Versicherten bestehen.

Die Hierarchie des Diabetes mellitus ist eine verhältnismäßig einfach strukturierte Hierarchie. Andere Hierarchien sind komplexer und beziehen auch Morbiditätsgruppen anderer Hierarchien ein, wie dies z. B. in der Hierarchie der Lebererkrankungen der Fall ist: HMG025 (terminale Lebererkrankungen) dominiert nicht nur die anderen Lebererkrankungen der HMG026, HMG027 und HMG029, sondern auch HMG036 (Ösophagitis, Reflux und andere Erkrankungen der Speiseröhre), die eigentlich der Hierarchie der gastrointestinalen Erkrankungen entstammt (vgl. Abbildung 8.).

### **Anpassung der hierarchisierten Morbiditätsgruppen**

Auf Grund der Beschränkung des Risikostrukturausgleichs durch den Gesetzgeber auf maximal 80 Krankheiten blieben einige DxGruppen des ursprünglichen

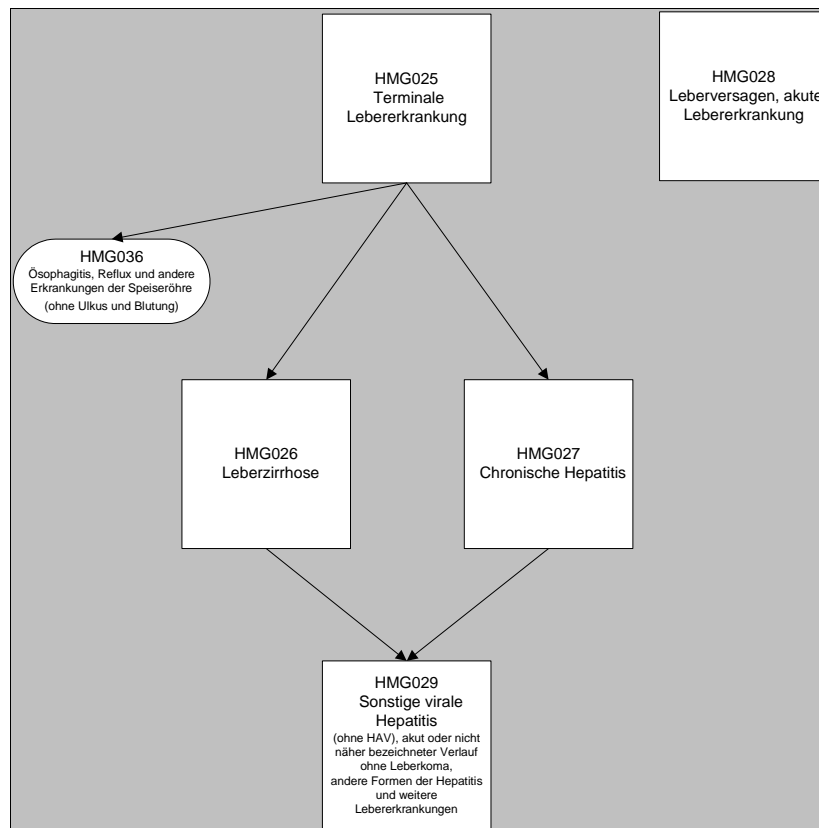


**Abbildung 7:** Hierarchie 3: Diabetes mellitus

Quelle: Bundesversicherungsamt (2009a), S. 145.

HCC-Modells unbesetzt und wurden aus dem Modell entfernt. Andere Gruppen blieben unvollständig, weil Teile der DxGruppen durch den Krankheitsfilter aussortiert wurden. Für diese Gruppen wurde ihre Stellung innerhalb der Hierarchien überprüft und gegebenenfalls adjustiert. Bei einigen unvollständig besetzten Morbiditätsgruppen wurde auch eine Neuordnung der DxGruppen in andere Morbiditätsgruppen vorgenommen.

Die Validierung der ambulanten Diagnosen über das M2Q-Kriterium und über die Arzneimittelverordnungen ergab zum Teil eine Bündelung schwerer Ausprägungen in den DxGruppen. Leichtere Verlaufsformen werden durch die zusätzlichen



**Abbildung 8:** Hierarchie 5: Erkrankungen der Leber

Quelle: Bundesversicherungsamt (2009a), S. 147.

Validierungsvorschriften bei einigen Morbiditätsgruppen im Morbi-RSA (anders als im ursprünglichen Modell) nicht erfasst. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, die Stellung der betroffenen Morbiditätsgruppen innerhalb ihrer Hierarchien anzupassen, da sie höhere Schweregrade mit höheren Leistungsausgaben umfassen als Morbiditätsgruppen, die ihnen im ursprünglichen Modell übergeordnet waren.

### 3.3.5. Zuordnung zu weiteren Gruppen

Versicherten werden nach den Maßgaben des § 29 Abs. 4 i. V. m. § 31 Abs. 4 Satz 11 RSAV – zusätzlich zu den AGGn, EMGn und HMGn – Krankengeldgruppen zugeordnet, die wiederum in Krankengeld-Alters-Geschlechts-Gruppen (K-AGG) und Krankengeld-Erwerbsminderungsgruppen (K-EMG) unterteilt sind.<sup>128</sup>

<sup>128</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009b), S. 7 sowie Bundesversicherungsamt (2010d), S. 2.

Hat ein Versicherter die Option der Kostenerstattung gewählt und zwar an mindestens 183 Tagen des dem Berichtsjahr vorangegangenen Jahres, so erhält er keine Zuordnung zu HMGn, sondern wird der Kostenerstattergruppe (KEG) zugeordnet.

Weist ein Versicherter in dem dem Berichtsjahr vorausgehenden Jahr an mindestens 183 Tagen einen Wohnsitz im Ausland auf, so wird er ausschließlich einer Auslands-Alters-Geschlechts-Gruppe (AusAGG) zugeordnet. Über die AusAGGn werden den im Ausland lebenden Versicherten die durchschnittlichen Morbiditätsausgaben zugewiesen, die innerhalb der GKV in ihrer Altersgruppe anfallen.<sup>129</sup>

Da für die vorliegende Arbeit diese Gruppen keine Relevanz besitzen, werden sie im Weiteren nicht näher betrachtet.

### 3.4. Regressionsverfahren und Zuweisungsberechnung

In der Risikostrukturausgleichsverordnung gibt der Gesetzgeber vor, dass das Versichertenklassifikationsmodell prospektiv<sup>130</sup> (§ 31 Abs. 1 S. 2 RSAV) auszugestalten ist und dass die Gewichtungsfaktoren für die einzelnen Gruppen nach § 29 RSAV über ein Regressionsverfahren zu ermitteln sind (§ 31 Abs. 4 S. 1 RSAV). Die eigentliche Ausgestaltung des Verfahrens obliegt dem Bundesversicherungsamt (§ 31 Abs. 4 S. 1 RSAV), das sich bei der Bestimmung des Regressionsverfahrens zur Berechnung der Gewichtungsfaktoren auf die Empfehlungen des Gutachtens von IGES/Lauterbach/Wasem (2005) stützen sollte und sich darüber hinaus „weitestgehend an in der Literatur und Praxis etablierten Verfahren“ orientiert hat.<sup>131</sup> Zusätzlich hat das BVA einen Workshop mit den Entwicklern des HCC-Modells durchgeführt, nimmt eigene Auswertungen vor und berät sich regelmäßig mit dem wissenschaftlichen Beirat zur Weiterentwicklung des Risikostrukturausgleichs.<sup>132</sup>

<sup>129</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009b), S. 7.

<sup>130</sup> Retrospektive bzw. zeitgleiche Modelle verringern die Kostensparanreize der Krankenkassen. Sie berücksichtigen akute Erkrankungen (und bspw. auch Unfälle), die vorwiegend zufälliger Natur sind (und damit für die Krankenkassen gar nicht vorhersehbar sind), wesentlich stärker. Prospektive Modelle hingegen setzen positive Anreize, da sie die Leistungsausgaben im Folgejahr ausgleichen (vgl. Spycher (2002), S. 2 f.

<sup>131</sup> Vgl. Deutscher Bundestag (2006), S. 204 sowie Bundesversicherungsamt (2008d), S. 11.

<sup>132</sup> Vgl. bspw. Bundesversicherungsamt (2009a). Für die folgenden Ausführungen zum Regressionsverfahren wurden die Erläuterungen des Bundesversicherungsamtes (vgl. Bundesver-

Um eine prospektive Ausgestaltung des Modells zu erreichen, werden die Morbiditätsinformationen, die aus den dokumentierten Diagnosen, Arzneimittelverordnungen und dem Erwerbsminderungsstatus gewonnen werden, aus dem dem Berichtsjahr vorangehenden Jahr für die Zuordnung der Versicherten zu den einzelnen Gruppen verwendet. Die Leistungsausgaben werden hingegen aus dem Berichtsjahr selbst herangezogen und mit den anderen Daten verknüpft. Es wird somit ein Ausgleich der *Folgekosten*, die im Jahr nach der betreffenden Diagnose verursacht werden, vorgenommen.

Da wegen der vorgeschriebenen prospektiven Ausgestaltung des Modells die Morbiditätsinformationen aus dem dem Berichtsjahr vorangehenden Jahr für die Zuordnung zu den Morbiditäts- und Erwerbsminderungsgruppen verwendet werden, ergibt sich das Problem, dass diejenigen Versicherten, die im Berichtsjahr neu in der GKV versichert werden (Neugeborene und andere Zugänge z. B. aus dem Ausland oder aus der privaten Krankenversicherung kommend), nicht erfasst werden. Die Krankenkassen sollen aber auch für diese Neuzugänge eine Zuweisung aus dem Gesundheitsfonds erhalten. Deshalb wird die Zuordnung zu den Alters- und Geschlechtsgruppen auf Basis der Informationen aus dem Berichtsjahr vorgenommen. Somit ergibt sich ein Modell, dass prospektiv in Bezug auf die Verwendung der Morbiditätsinformationen ausgestaltet ist, das aber trotzdem für alle im Berichtsjahr Versicherten Zuschläge, nämlich zumindest über Alter und Geschlecht, erzeugt.

Als erklärende Variablen gehen in das Regressionsmodell die HMGn, die EMGn sowie die AGGn in Form von Dummy-Variablen (0/1-Variablen) ein.<sup>133</sup> Dabei wird/ werden jedem Versicherten genau eine Alters- und Geschlechtsgruppe, maximal eine Erwerbsminderungsgruppe sowie keine, eine oder mehrere Morbiditätsgruppe(n) zugeordnet. Um eine angemessene Berücksichtigung derjenigen Versicherten zu erlangen, die nicht das gesamte Berichtsjahr hindurch versichert waren (so genannte unterjährig Versicherte), wird nicht eine Ordinary Least Squares (OLS) Regression durchgeführt, sondern eine Weighted Least Squares (WLS)

---

sicherungsamt (2008d), S. 11 ff.) als Quelle verwendet, es sei denn, dass explizit auf eine andere Quelle verwiesen wird.

<sup>133</sup> Weiterhin gehen die Kostenerstattergruppen in die Regression ein, sie werden in dieser Arbeit allerdings nicht weiter betrachtet.



Regression ohne Konstante. Dafür werden zuerst die berücksichtigungsfähigen Gesamtausgaben (die als zu erklärende Variable in das Modell einfließen) der unterjährig Versicherten auf das Jahr hochgerechnet (annualisiert); dann gehen diese Versicherten mit einem Gewicht in die Regression ein, das dem Kehrwert des Annualisierungsfaktors entspricht (Regressionsgewicht,  $RG$ ). Ausgenommen von dieser Behandlung sind die Versicherten, die im Berichtsjahr verstorben sind: Ihre Ausgaben werden nicht annualisiert und der Wert des Gewichts, mit dem sie in die Regression eingehen, beträgt immer 1 (obwohl sie keine vollständige Versichertenepisode in dem Jahr aufweisen). Als Begründung hierfür wurde angegeben, dass eine Annualisierung der Ausgaben der Verstorbenen zu einer Überschätzung führen würde.<sup>134</sup>

Die Regressionsgleichung hat folgende Form:<sup>135</sup>

$$\begin{aligned} LA_i = & \beta_{AGG1} AGG1_i + \dots + \beta_{AGG40} AGG40_i \\ & + \beta_{EMG1} EMG1_i + \dots + \beta_{EMG6} EMG6_i \\ & + \beta_{HMG001} HMG001_i + \dots + \beta_{HMG184} HMG184_i + \nu_i \end{aligned} \quad (1)$$

mit:

$LA_i$  Leistungsausgaben von Individuum  $i$

$\beta$  Koeffizientenschätzer

$\nu_i$  Störterm

Treten nach erstmaliger Durchführung der Regression insignifikante Schätzer auf, so wird die Regression erneut durchgeführt, wobei den jeweiligen Regressionskoeffizienten der Wert Null zugeordnet wird. So wird auch mit Variablen verfahren, die einen negativen Schätzer erhalten. Blieben negative Koeffizienten bestehen, so würde dies bedeuten, dass die Krankenkassen für die zu Grunde liegende Gruppe einen *Abschlag* hinnehmen müssten. Erstens ist es medizinisch nicht plausibel, dass das Vorliegen einer schwerwiegenden oder kostenintensiven chronischen Krankheit zu geringeren Ausgaben führt als wenn diese Krankheit nicht vorläge.

<sup>134</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2008d), S. 11 f.

<sup>135</sup> In das Verfahren für den Jahresausgleich 2010 gehen 112 HMGn ein, da sie aber nicht durchgehend nummeriert sind, trägt die letzte berücksichtigte HMG die Nummer 184.

Zweitens würde dies Anreize zu unvollständiger Dokumentation setzen, was genau vermieden werden soll.<sup>136</sup> Würden die Krankenkassen einen Abschlag für die Dokumentation einer Krankheit erhalten, würde der einfachste Weg zur Erlangung höherer Zuweisungen aus dem Gesundheitsfonds darin bestehen, eben jene Kodierungen wegzulassen, die zu Abschlägen führen.

Ergibt die Regression für eine in der Hierarchie höher stehende HMG einen Koeffizienten, der niedriger ist als derjenige für eine ihr untergeordnete HMG, so wird die Regression wiederholt und zwar mit der Bedingung, dass die Schätzer für beide Gruppen gleich sein müssen. Somit wird sichergestellt, dass in der Hierarchie höher gestellte HMGn (die medizinisch gesehen schwerwiegender sind, als die weiter unten in der Hierarchie angesiedelten) mindestens denselben Zuschlag erhalten, wie niedrigere HMGn.

Das Regressionsverfahren wird so oft durchgeführt, bis keine insignifikanten oder negativen Schätzer und keine Hierarchieverletzungen mehr auftreten.

Die über das Regressionsverfahren geschätzten Koeffizienten werden in Pro-Tag-Werte umgewandelt und mit Korrekturfaktoren multipliziert, die die Summentreue mit den berücksichtigungsfähigen Gesamtleistungsausgaben der GKV herstellen, woraus sich die Risikozuschläge für die einzelnen Risikomerkmale ergeben. Die Zuweisungen für die einzelnen Versicherten ergeben sich dann aus der Multiplikation der Risikozuschläge des Versicherten mit der Anzahl der Versicherungentage des Versicherten.<sup>137</sup>

Die für die Schätzung des Regressionsmodells notwendigen Daten über die Leistungsausgaben liegen jeweils erst Mitte des auf das Ausgleichsjahr folgenden Jahres vor. Damit den Krankenkassen daraus keine Liquiditätsprobleme entstehen, werden für das Ausgleichsverfahren bereits im Herbst *vor* dem Ausgleichsjahr mit der dann aktuellsten Datenbasis die Zuschläge berechnet und sobald aktuellere Daten vorliegen erfolgt eine Anpassung (Abschlagsverfahren).

---

<sup>136</sup> Grundregel der „Deutschen Kodierrichtlinien“ ist, dass eine vollständige und konsistente Kodierung vorgenommen werden muss (vgl. InEK (2010b), S. 3, D001a).

<sup>137</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009b), S. 9.

Für das Ausgleichsjahr 2010 bedeutet dies, dass im Herbst 2009 das Regressionsmodell mit Morbiditätsinformationen des Jahres 2007 und Leistungsausgaben des Jahres 2008 geschätzt wird und die so ermittelten Koeffizientenschätzer für das Abschlagsverfahren zu Beginn des Jahres 2010 verwendet werden. Während des Verlauf des Jahres 2010 erfolgen dann monatliche Anpassungen der Zuweisungen an die jeweils aktuellen Bestandsdaten der Krankenkassen, sowie Anpassungen an die jeweils aktuellen Morbiditätsinformationen und Leistungsausgaben. Eine vollständig neue Regression für die Spitzabrechnung (den sogenannten Jahresausgleich) wird erst nach Vorliegen der Morbiditätsinformationen des Jahres 2009 und der Leistungsausgaben des Jahres 2010 im Herbst 2011 durchgeführt. Die auf dieser endgültigen Berechnung basierenden Zuschläge werden dann rückwirkend mit den bereits den Krankenkassen zugewiesenen Beträgen verrechnet.<sup>138</sup>

---

<sup>138</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2010b), Anlage 4.

## 4. Wechselwirkungen im Risikostrukturausgleich

Wie in Abschnitt 3.4 beschrieben, berechnen sich die Zuweisungen für die Versicherten im morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich (Morbi-RSA) als Summe der Einzelzuschläge für die dem Versicherten zugewiesenen Risikogruppen. Es wird somit im aktuellen Verfahren Additivität der Einflüsse der Risikogruppen und damit die Unabhängigkeit der Risikogruppen untereinander unterstellt. Zwischen den einzelnen Risikogruppen könnten allerdings Wechselwirkungsbeziehungen bestehen, die dazu führen würden, dass sich ihre Wirkungen nicht additiv verhielten. Dies wird im Folgenden näher beleuchtet.

### 4.1. Morbidität

Über 40% der deutschen Bevölkerung leiden an mindestens einer chronischen Krankheit.<sup>139</sup> Von den über 65-jährigen sind sogar über 70% betroffen.<sup>140</sup> Die Gruppe der chronisch Kranken verursacht überproportional hohe Ausgaben und das in allen Bereichen der Gesundheitsversorgung: sowohl bei den Arzneimittelverordnungen, als auch im Bereich der ambulanten und stationären Versorgung.<sup>141</sup>

Die chronischen (und kostenintensiven) Krankheiten sollen im Risikostrukturausgleich besonders berücksichtigt werden.<sup>142</sup> Dabei fallen die chronisch kranken Versicherten nicht nur durch ihren überdurchschnittlich hohen Ressourcenverbrauch auf: auffällig ist weiterhin, dass über die Hälfte aller chronisch Kranken an mehr als einer chronischen Krankheit leidet.<sup>143</sup> Auch für die im Morbi-RSA berücksichtigten Krankheiten trifft dies zu: Ein Großteil der Versicherten, die eine hierarchisierte Morbiditätsgruppe (HMG) zugewiesen bekommen, bekommt auch noch mindestens eine weitere HMG zugewiesen (vgl. hierzu auch Abbildung 16 auf Seite 105).<sup>144</sup> Man spricht in diesem Fall von „Komorbidität“ oder auch „Multimorbidität“.

<sup>139</sup> Vgl. z. B. Gerste et al. (2000), S. 77 ff. sowie Sachverständigenrat (2000/2001), S. 208.

<sup>140</sup> Vgl. Sachverständigenrat (2000/2001), S. 208.

<sup>141</sup> Vgl. hierzu z. B. Sachverständigenrat (2000/2001), S. 208 oder Glaeske & Schicktanz (2010), S. 77.

<sup>142</sup> Vgl. § 31 Abs. 1 Satz 3 RSAV.

<sup>143</sup> Vgl. Wu & Green (2000), S. 60 oder auch Wolff et al. (2002), S. 2269.

<sup>144</sup> Vgl. Göppfarth (2010), S. 12.

Je älter die Patienten sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie an mehreren Krankheiten gleichzeitig erkrankt sind.<sup>145</sup> Auf Grund des demografischen Wandels wird daher das gehäufte Auftreten von Krankheiten weiter zunehmen. Es stellt sich die Frage, welche Auswirkungen dieses Phänomen hat und wie es adäquat im Risikostrukturausgleich, der an chronischen Krankheiten leidende Menschen besonders berücksichtigen soll, abgebildet werden kann.

#### 4.1.1. Definition der Multimorbidität

Der Begriff der Komorbidität ist relativ neu in der Medizin. Erst 1970 wurde er zum ersten Mal verwendet. Feinstein definierte ihn damals folgendermaßen:

„[...] the term *co-morbidity* will refer to any distinct additional clinical entity that has existed or that may occur during the clinical course of a patient who has the index disease under study.“<sup>146</sup>

und weiter

„To allow a sufficiently broad scope for discussion, the term *co-morbidity* will also include such „non-disease“ clinical entities as: pregnancy; deliberate dieting in an effort to lose weight; and certain symptomatic reactions, such as nausea, that may occur with various therapeutic maneuvers.“<sup>147</sup>

Feinstein sah das gleichzeitige Auftreten mehrerer Krankheiten vor allem im Kontext klinischer Studien. In solchen Studien ist zumeist eine Indexerkrankung Ziel der Untersuchung. Jede zusätzlich auftretende Krankheit, die während des Verlaufs dieser Indexerkrankung auftritt, hat Feinstein als Komorbidität bezeichnet. Komorbiditäten können der Grund für die Indexerkrankung sein oder als Folge aus der Indexerkrankung entstehen. Es kann auch sein, dass eine Komorbidität nur dieselben Risikofaktoren wie die Indexerkrankung aufweist und zufällig in Kombination mit ihr auftritt.<sup>148</sup>

Im Zeitverlauf hat sich die Konnotation des Begriffs der „Komorbidität“ verändert: Mittlerweile wird der Begriff häufig wesentlich breiter verwendet. In einer

<sup>145</sup> Vgl. van den Akker et al. (1996), S. 65. sowie Hodek et al. (2010), S. 457.

<sup>146</sup> Feinstein (1970), S. 456 f.

<sup>147</sup> Feinstein (1970), S. 457.

<sup>148</sup> Vgl. de Groot et al. (2003), S. 221.

systematischen Untersuchung haben van den Akker et al. die Begrifflichkeit untersucht und differenzieren im Ergebnis zwischen „Komorbidität“ im Sinne von Feinstein und „Multimorbidität“. Diese definieren sie als

„[...] the co-occurring of multiple chronic or acute diseases and medical conditions within one person.“<sup>149</sup>

Dabei schlagen van den Akker et al. eine Unterteilung der Multimorbidität in drei Kategorien vor:<sup>150</sup>

1. einfache Multimorbidität: das gleichzeitige Auftreten von mehreren Krankheiten;
2. assoziative Multimorbidität: das gleichzeitige statistisch assoziierte Auftreten von mehreren Krankheiten, das keinen (bekannten) kausalen Zusammenhang hat;
3. kausale Multimorbidität: das gleichzeitige Auftreten mehrerer Krankheiten, die zueinander in einem kausalen Verhältnis stehen.

Da im Kontext des Risikostrukturausgleichs (anders als bspw. in klinischen Studien) nicht *eine* Krankheit (als Indexerkrankung) von besonderem Interesse ist, sondern generell alle Erkrankungen der Versicherten und die durch ihre Behandlung verursachten Leistungsausgaben im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit stehen, wird im Folgenden der Begriff der Multimorbidität, wie van den Akker et al. ihn definiert haben, verwendet.

#### 4.1.2. Auswirkungen der Multimorbidität

Die Auswirkungen der Multimorbidität können sehr unterschiedlich sein. Dies hängt von den Krankheiten ab, die in Kombination auftreten. Generell sind drei Arten von Wechselbeziehungen zwischen gleichzeitig auftretenden Krankheiten denkbar:<sup>151</sup>

<sup>149</sup> van den Akker et al. (1996), S. 69.

<sup>150</sup> Vgl. van den Akker et al. (1996), S. 69.

<sup>151</sup> Diese Einteilung erläutern bspw. Fortin et al. (2007a) in Bezug auf die Auswirkungen der Multimorbidität auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität oder auch Hodek et al. (2010) sowie Rijken et al. (2005). Sie kann auf die generellen Auswirkungen der Multimorbidität übertragen werden, also auf die Behandlung und ihre Kosten insgesamt.

1. Sie stehen in einem additiven Verhältnis zueinander.
2. Sie verhalten sich synergetisch.
3. Sie stehen in einem subtraktiven Verhältnis zueinander.

Zu 1.

Ein additives Verhältnis der gleichzeitig auftretenden Krankheiten bedeutet, dass der gemeinsame Einfluss der Krankheiten (ungefähr) so groß ist wie die einzelnen Einflüsse jeder einzelnen Krankheit. Die unterschiedlichen Krankheiten und ihre Behandlung sind auf gewisse Art also unabhängig voneinander.

Zu 2.

In der Literatur wird zumeist auf den Fall abgestellt,<sup>152</sup> in dem das gleichzeitige Vorliegen mehrerer Krankheiten (egal, ob es sich um chronische und / oder akute Krankheiten handelt) die Behandlung aller Krankheiten erschwert;<sup>153</sup> in diesem Fall sprechen Fortin et al. von einem synergetischen Effekt.<sup>154</sup> Die Behandlungsergebnisse sind schlechter, als es durch bloße „Addition“ der Krankheitsfolgen der einzelnen Krankheiten zu erwarten wäre.<sup>155</sup> Dadurch wird die Lebensqualität überproportional eingeschränkt. Auch die Behandlungsprozesse selbst können davon betroffen sein: allein die Organisation der einzelnen Behandlungsschritte kann bei Patienten mit vielen Krankheiten eine Herausforderung darstellen.<sup>156</sup>

In einer Übersichtsstudie haben Boyd et al. für eine multimorbide „Musterpatientin“ mit diversen der am häufigsten in den USA auftretenden chronischen Krankheiten die zugehörigen amerikanischen Behandlungsleitlinien untersucht:

---

<sup>152</sup> Vgl. hierzu auch Iezzoni (2003), S. 49 ff.

<sup>153</sup> So gibt es bspw. viele Studien, die den Zusammenhang (insbesondere bei älteren Menschen) zwischen multiplen Erkrankungen und funktionellen Einschränkungen, Mobilitätsverlust sowie Behinderungen untersuchen. Es zeigt sich, dass das Auftreten einiger Erkrankungen ein signifikanter Risikofaktor ist und in der Folge die Behandlung anderer Erkrankungen erschwert. Vgl. für viele Ettinger et al. (1994), Fried et al. (1999), Guralnik et al. (1993), van den Bos (1995).

<sup>154</sup> Vgl. Fortin et al. (2007a), S. 6.

<sup>155</sup> Vgl. hierzu auch Noyes et al. (2008), S. 679. Boulton et al. (1994) belegen bspw. dass bestimmte Erkrankungen mit erheblich funktionellen Einschränkungen einhergehen. Hierdurch kann auch die Behandlung anderer Erkrankungen erheblich erschwert werden.

<sup>156</sup> Vgl. Fortin et al. (2007b), S. 1016.

Es zeigte sich, dass die einzelnen Leitlinien zum Teil sich widersprechende Empfehlungen enthalten. Einige der in den Leitlinien empfohlenen Medikamente sind - wie auch einige Verhaltens- und Therapieempfehlungen - kontraindiziert. Die Behandlung multimorbider (insbesondere auch älterer multimorbider) Patienten ist komplex und die einzelnen Krankheiten können nicht isoliert betrachtet werden. Komorbiditäten sind bei der Behandlung zu berücksichtigen, weshalb bspw. eine Abweichung von der normalerweise empfehlenswerten Medikation notwendig werden kann.<sup>157</sup> Auch Starfield weist darauf hin, dass in der Regel die einzelnen Krankheiten nicht isoliert betrachtet werden können und dass das Gesamtbild wesentlich größer ist, als die Summe der einzelnen Teile.<sup>158</sup> Ein klassisches Beispiel in der Literatur hierfür ist die Kombination von Erkrankungen des Atemsystems mit Herzleiden.<sup>159</sup>

### Zu 3.

Es wird aber auch der Fall beschrieben, dass gleichzeitig auftretende Krankheiten die gesundheitsbezogene Lebensqualität weniger verringern, als die einzelnen Krankheiten es erwarten ließen. In diesem Fall sprechen Fortin et al. von einem subtraktiven Verhältnis der Krankheiten zueinander. Eine Erklärung könnte sein, dass die Behandlung der einen Krankheit die Behandlung der anderen Krankheit positiv beeinflusst. Als Beispiel hierfür geben die Autoren Magen-Darm-Erkrankungen in Kombination mit Erkrankungen der Blutgefäße an, ohne allerdings eine konkrete medizinische Erklärung hierfür geben zu können.<sup>160</sup>

Je nachdem, in welcher Beziehung die gleichzeitig auftretenden Krankheiten zueinander stehen, ergeben sich unterschiedliche ökonomische Folgen.<sup>161</sup> Im Falle eines additiven Verhältnisses der Krankheiten kann man davon ausgehen, dass sich auch die Behandlungskosten als Summe der Kosten für die einzelnen Krankheiten ergeben. Die Behandlungskosten der einzelnen Krankheiten sind dann wechselseitig unabhängig. Für einen solchen Fall wird im Folgenden der Begriff „Additivität“ verwendet.

---

<sup>157</sup> Vgl. Boyd et al. (2005), S. 719 f.

<sup>158</sup> Vgl. Starfield (2006), S. 101.

<sup>159</sup> Vgl. für viele Fortin et al. (2007a) sowie Rijken et al. (2005).

<sup>160</sup> Vgl. Fortin et al. (2007a), S. 6 (online Ausgabe).

<sup>161</sup> Vgl. Valderas et al. (2009), S. 360.



Im zweiten angesprochenen Fall einer synergetischen Beziehung, in der das gleichzeitige Auftreten mehrerer Krankheiten die Behandlung erschwert, ist davon auszugehen und für einige Krankheitskombinationen auch belegt, dass die Behandlungskosten bei Multimorbidität höher sind, als wenn die Krankheiten isoliert vorliegen.<sup>162</sup> Für die Vereinigten Staaten wurde veröffentlicht, dass ca. 80% der Gesundheitsausgaben für Versicherte mit vier oder mehr chronischen Krankheiten ausgegeben werden und dass dabei die Kosten mit der Anzahl der gleichzeitig auftretenden Krankheiten exponentiell steigen.<sup>163</sup> Für Deutschland wird unter anderem im Gutachten des Sachverständigenrates zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen mehrfach darauf hingewiesen, dass ein hoher Anteil der Behandlungskosten bei bestimmten Erkrankungen auf Komorbiditäten zurück zu führen ist und dass durch ein „zielgerichtetes Management von multimorbiden, kostenintensiven chronisch Erkrankten“ große Einsparpotenziale erzielt werden können.<sup>164</sup> Im Weiteren wird dies als „Superadditivität“ der Behandlungskosten bezeichnet.

Bei einem subtraktiven Verhältnis der Erkrankungen zueinander wäre es hingegen möglich, dass die Gesamtkosten niedriger ausfallen als die Summe der Kosten für die Einzelbehandlungen („Subadditivität“). Dies könnte bspw. daran liegen, dass ein und dasselbe Medikament für unterschiedliche Krankheiten gegeben wird und somit bei einer Kombination der Krankheiten nur einmal verabreicht werden muss oder dass auf Grund einer Erkrankung die Behandlung einer anderen Erkrankung unmöglich ist und deshalb dafür keine Kosten anfallen. So haben bspw. Newschaffer et al. herausgefunden, dass Patientinnen mit Brustkrebs und Komorbiditäten signifikant seltener chirurgisch behandelt werden und zwar auch, wenn dies gegen die medizinischen Behandlungsleitlinien verstößt. Es kann davon ausgegangen werden, dass einige Komorbiditäten einen chirurgischen Eingriff so riskant werden lassen, dass es im Interesse der Patientin ist, ihn nicht vorzunehmen.<sup>165</sup> In ihrem Übersichtsartikel geben Gijzen et al. weitere, in Studien belegte Beispiele für alle angesprochenen Arten der Wechselwirkungen.<sup>166</sup>

<sup>162</sup> Vgl. hierzu bspw. van den Akker et al. (1996), S. 67 oder auch Fortin et al. (2007b), S. 1016.

<sup>163</sup> Vgl. Wolff et al. (2002), S. 2272.

<sup>164</sup> Vgl. Braun et al. (2008), so zitiert in Sachverständigenrat (2009), S. 319. Vgl. weiterhin Sachverständigenrat (2009), S. 319.

<sup>165</sup> Vgl. Newschaffer et al. (1996).

<sup>166</sup> Vgl. Gijzen et al. (2001).

## 4.2. Alter, Geschlecht und Erwerbsminderungsstatus

Analog zu den Krankheiten untereinander könnten auch die anderen in das Regressionsmodell des Morbi-RSA eingehenden unabhängigen Variablen (Alter, Geschlecht und Erwerbsminderungsstatus) mit Krankheiten wechselwirken, was im folgenden Abschnitt näher beleuchtet wird.

### Alter und HMGn

Die Validierung ambulanter Diagnosen im Morbi-RSA selbst gibt Hinweis darauf, dass das Alter eine entscheidende Rolle bei der Behandlung von Krankheiten spielen kann: Für Kinder müssen ambulante Diagnosen nicht über Arzneimittelverschreibungen validiert werden, da die hierfür notwendigen Mengenangaben (DDD, vgl. Abschnitt 3.3.4) für Erwachsene bestimmt wurden.<sup>167</sup> Kinder erhalten häufig eine wesentlich geringere Dosis (evtl. auch gänzlich andere Medikamente). Verläuft die Behandlung anders als bei Erwachsenen, so liegt nahe, dass sich auch die Behandlungskosten voneinander unterscheiden.

Bei den Lungenerkrankungen hat das Bundesversicherungsamt (BVA) eine Unterscheidung für Erkrankte unter 18 bzw. über 17 Jahren vorgenommen. Diese Aufteilung wurde aus Kostenhomogenitätsgründen vorgenommen, was deutlich macht, dass sich die durchschnittlichen standardisierten Leistungsausgaben unterschiedlicher Altersgruppen in der gesetzlichen Krankenversicherung sehr wohl unterscheiden können.<sup>168</sup>

Auch im DRG-System (DRG steht für Diagnosis Related Groups, diagnosebezogene Fallpauschalen)<sup>169</sup>, über das die Vergütung von Krankenhäusern durchgeführt wird, wird bei etlichen Erkrankungen eine Unterscheidung der Bewertungsrelation (und damit der Vergütung) nach dem Alter vorgenommen, so zum Beispiel bei:

---

<sup>167</sup> Die DDD gibt die angenommene mittlere Tagesdosis für einen Wirkstoff bei Behandlung der zugehörigen Hauptindikation bei *Erwachsenen* an, vgl. [http://www.whocc.no/ddd/definition\\_and\\_general\\_considera/](http://www.whocc.no/ddd/definition_and_general_considera/), [Januar 2011].

<sup>168</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009a), S. 158.

<sup>169</sup> Zu weiteren Erläuterungen bzgl. des DRG-Systems, siehe <http://www.g-drg.de/cms/>, [Juli 2010].

- D37
  - D37A: „Sehr komplexe Eingriffe an der Nase, Alter < 16 Jahre“
  - D37B: „Sehr komplexe Eingriffe an der Nase, Alter > 15 Jahre“
- F09
  - F09A: „Andere kardiothorakale Eingriffe ohne Herz-Lungen-Maschine, mit komplizierender Konstellation oder Alter < 3 Jahre“
  - F09B: „Andere kardiothorakale Eingriffe ohne Herz-Lungen-Maschine, ohne komplizierende Konstellation, Alter > 2 Jahre und < 10 Jahre oder äußerst schwere CC“
  - F09C: „Andere kardiothorakale Eingriffe ohne Herz-Lungen-Maschine, ohne komplizierende Konstellation, Alter > 9 Jahre, ohne äußerst schwere CC“<sup>170</sup>

Die Kosten für die Krankenhausbehandlung weichen demnach für unterschiedliche Altersgruppen in einigen Fällen voneinander ab. Somit ist davon auszugehen, dass auch die Behandlungskosten insgesamt bei unterschiedlichen Altersgruppen signifikant voneinander verschieden sein können, dass es also Wechselwirkungen zwischen dem Alter und Krankheiten in Bezug auf die Leistungsausgaben geben kann.

### Geschlecht und HMGn

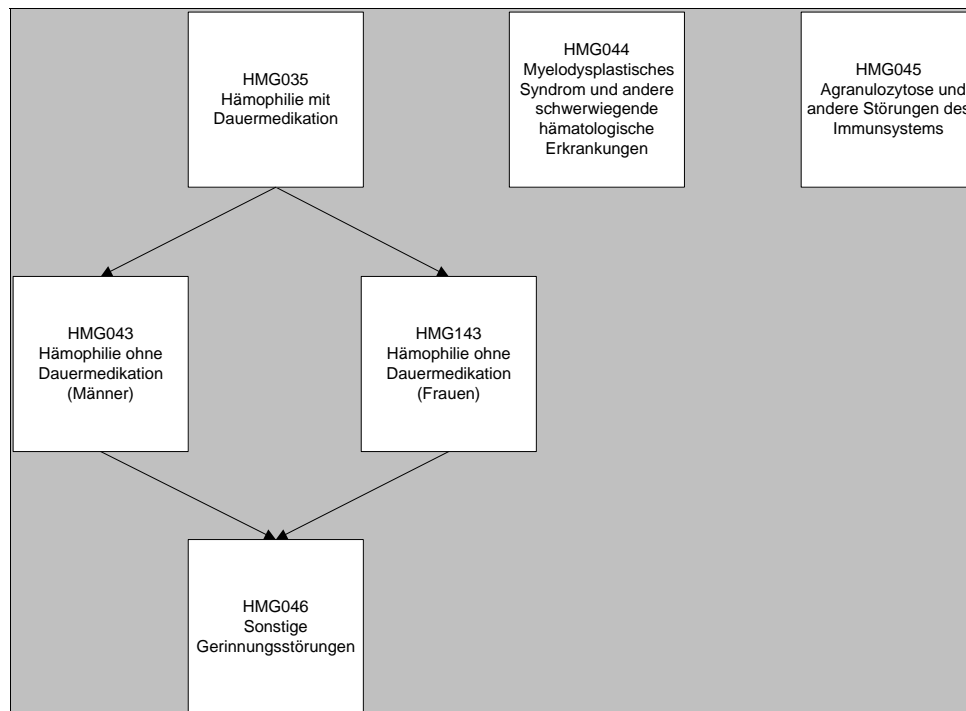
Das Geschlecht kann ebenfalls Einfluss auf die Behandlung und auf die Behandlungskosten einer Krankheit haben. Und auch hier gibt es wiederum ein Beispiel aus dem Morbi-RSA selbst: Für an Hämophilie erkrankte Versicherte, die keine Dauermedikation benötigen, hat das BVA bei der Anpassung des Modells von 2009 auf 2010 eine Teilung nach dem Geschlecht vorgenommen. So wird den männlichen Patienten HMG043 zugewiesen, wohingegen Frauen HMG143 zugeteilt bekommen (vgl. Abbildung 9). Diese Aufteilung ist deshalb vorgenommen worden, weil sich die Gesundheitsausgaben für beide Gruppen deutlich voneinander unterscheiden.<sup>171</sup> So beträgt der Zuschlag für HMG043 (also die männlichen Patienten) monatlich rund 1.032 Euro, wohingegen der Zuschlag für HMG143

---

<sup>170</sup> Vgl. InEK (2010a).

<sup>171</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009a), S. 149.

(die Patientinnen) lediglich rund 230 Euro pro Monat beträgt.<sup>172</sup> Die Behandlung von hämophilen Frauen (ohne Dauermedikation) kostet im Schnitt rund 800 Euro pro Monat weniger als die der hämophilen Männer (ohne Dauermedikation). Es können also Wechselwirkungen zwischen dem Geschlecht und Krankheiten im Hinblick auf die Leistungsausgaben bestehen.



**Abbildung 9:** Hierarchie 8: Hämatologische Erkrankungen  
Quelle: Bundesversicherungsamt (2009a), S. 149.

### Erwerbsminderungsstatus und HMGN

Schließlich könnten sich die Behandlungskosten einer Erkrankung voneinander unterscheiden je nachdem, ob ein Versicherter den Status der Erwerbsminderung hat oder nicht. Die Tatsache, dass jemand Erwerbsminderungsrentner ist, könnte Hinweis auf eine besonders schwerwiegende Form der Erkrankung sein, deren Schweregrad über die Diagnosen alleine nicht identifiziert werden kann und die zu besonders hohen Behandlungskosten führt.<sup>173</sup>

<sup>172</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009e).

<sup>173</sup> Vgl. Arndt & Göppfarth (2009), S. 34 sowie § 43 SGB VI.

Zusammengefasst bleibt festzuhalten, dass diverse Wechselwirkungen zwischen den einzelnen in das Regressionsmodell des Morbi-RSA eingehenden Variablen bestehen können. Bislang werden diese nicht im Morbi-RSA Verfahren berücksichtigt. Lediglich bei einigen Morbiditätsgruppen wird eine Unterscheidung nach dem Alter (bspw. Mukoviszidose) bzw. dem Geschlecht (bspw. Hämophilie) vorgenommen. Eine systematische Differenzierung der Zuschläge erfolgt nicht. Im Bereich der Erkrankungen erfolgt gar keine Berücksichtigung der möglichen Einflüsse von Wechselwirkungen zwischen mehreren Krankheiten. Existieren aber tatsächlich Wechselwirkungen, so greift das aktuell verwendete Regressionsmodell an dieser Stelle zu kurz und die Vorhersagegüte kann durch ihre Berücksichtigung verbessert werden. Da von einzubeziehenden Wechselwirkungen zwischen Krankheiten insbesondere die Gruppe der multimorbiden, chronisch kranken Versicherten betroffen ist, könnte für diese vom Gesetzgeber besonders hervorgehobene Gruppe von Versicherten die Güte der Prognose verbessert werden. Dadurch würden Gewinne bzw. Verluste, die den Krankenkassen durch diese Versicherten entstehen, verringert und Anreize zur Risikoselektion vermindert werden.

## 5. Methodisches Vorgehen

Im vorangegangenen Abschnitt wurde dargelegt, dass zwischen den unabhängigen Variablen im Regressionsmodell des morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleichs Wechselwirkungen auftreten können. Es stellt sich die Frage, wie diese Wechselwirkungen im Morbi-RSA Verfahren berücksichtigt werden können und ob dies zu einer Verbesserung der Prognose der Leistungsausgaben führt. Im folgenden Abschnitt wird diesen Fragen nachgegangen: Es wird dargelegt, wie die Wechselbeziehungen berücksichtigt werden können und welche Überlegungen und Berechnungen zu diesem Thema in der Literatur vorhanden sind. Das für diese Arbeit gewählte methodische Vorgehen für die Auswahl der zu berücksichtigenden Interaktionen, für das Schätzverfahren und für die Gütemaße zur Wahl unter verschiedenen Modellen wird im Anschluss daran vorgestellt.

### 5.1. Statistische Grundlagen

In einem linearen Regressionsmodell lassen sich Wechselwirkungen zwischen unabhängigen Variablen durch die Aufnahme von Interaktionstermen in die Regressionsgleichung modellieren. Geht von zwei (oder mehr) Variablen ein gemeinsamer Einfluss auf die abhängige Variable aus, so dass die Wirkung der unabhängigen Variablen nicht mehr additiv ist, bildet man durch Multiplikation der beiden (oder mehreren) unabhängigen Variablen eine neue Variable, die Interaktionsvariable, die als neue unabhängige Variable in das Modell eingeht.<sup>174</sup> Dieses Verfahren kann auf quantitative Variablen ebenso wie auf Dummy-Variablen angewendet werden.<sup>175</sup> Das Schätzverfahren eines Modells verändert sich durch die Einführung von Interaktionstermen nicht: Ein Modell mit Interaktionstermen wird genauso geschätzt wie ein Modell ohne Interaktionsterme.

Ein an den Morbi-RSA angelehntes Beispiel soll das Vorgehen illustrieren: Es sollen die Leistungsausgaben des Folgejahres (*LA*) geschätzt werden, wobei der Einfachheit halber davon ausgegangen wird, dass es nur zwei Krankheiten gibt, die einen Einfluss auf die Leistungsausgaben haben, nämlich Diabetes (*Diab*) und koronare Herzkrankheit (*KHK*). Wie im Morbi-RSA Verfahren wird eine Regression durch den Ursprung vorgenommen (auf eine Gewichtung wie im Morbi-RSA

<sup>174</sup> Vgl. bspw. Gujarati (2006), S. 304 f. oder Greene (2003), S. 123.

<sup>175</sup> Vgl. Wooldridge (2006), S. 244 oder auch Cohen et al. (2003), S. 355 ff.

Verfahren wird an dieser Stelle zur Vereinfachung verzichtet); es ergibt sich für die Leistungsausgaben (wobei  $\nu_i$  den Störterm kennzeichnet):

$$LA_i = \beta_0 \cdot Diab_i + \beta_1 \cdot KHK_i + \nu_i. \quad (2)$$

Ist nun ein Patient ausschließlich an Diabetes erkrankt, so nimmt die Dummy-Variable *Diab* den Wert eins an und die Dummy-Variable *KHK* den Wert Null. Folglich beträgt die Schätzung für die Leistungsausgaben dieses Versicherten im Folgejahr  $\hat{\beta}_0$ . Genau umgekehrt verhält es sich für einen Patienten, der nur an koronarer Herzkrankheit leidet: seine Leistungsausgaben im Folgejahr werden mit  $\hat{\beta}_1$  geschätzt. Für Patienten, die an beiden Krankheiten erkrankt sind, nehmen beide Dummy-Variablen den Wert eins an und die Leistungsausgaben werden in Höhe von  $\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1$  vorhergesagt.

Nimmt man an, dass bei gleichzeitigem Auftreten von Diabetes und koronarer Herzkrankheit die Leistungsausgaben im Folgejahr deutlich von  $\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1$  (also den addierten Ausgaben für beide Einzelerkrankungen) abweichen, so fügt man einen Interaktionsterm ( $Diab \cdot KHK$ ) ein:

$$LA_i = \beta_0 \cdot Diab_i + \beta_1 \cdot KHK_i + \beta_2 \cdot Diab_i \cdot KHK_i + \nu_i. \quad (3)$$

Für einen Versicherten, der ausschließlich an Diabetes leidet, hat die Dummy-Variable *Diab* den Wert eins, die Variable *KHK* hat den Wert Null und somit hat auch der Interaktionsterm  $Diab \cdot KHK$  den Wert Null. Es werden also weiterhin  $\hat{\beta}_0$  Leistungsausgaben für das Folgejahr prognostiziert. Ebenso erhält ein Patient mit koronarer Herzkrankheit weiterhin  $\hat{\beta}_1$  als Schätzer (wobei sich die Beträge von  $\hat{\beta}_0$  und  $\hat{\beta}_1$  bei einer Schätzung über Gleichung (2) von den Schätzwerten über Gleichung (3) voneinander unterscheiden werden).

Für all diejenigen, die aber an beiden Krankheiten gleichzeitig leiden, werden nun Leistungsausgaben im Folgejahr in Höhe von  $\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$  geschätzt. Dabei kann  $\hat{\beta}_2$  sowohl positive als auch negative Werte annehmen. Die Leistungsausgaben können also höher sein als die addierten Ausgaben für Diabetes und koronare Herzkrankheit – die beiden Erkrankungen stehen dann in einem superadditivem Verhältnis zueinander – oder auch niedriger (in diesem Fall liegt ein subadditives Verhältnis vor).

An Hand dieses Beispiels wird auch die Interpretation der Interaktionsterme deutlich: je nachdem, welche Dummy-Variablen den Wert eins annehmen, sind die jeweiligen Schätzer zu addieren. Ist der Einfluss des Interaktionsterms insignifikant, so gibt es keinen Hinweis darauf, dass ein gemeinsamer Einfluss der betrachteten Variablen besteht, somit kann die Additivitätsannahme beibehalten werden und  $\hat{\beta}_2$  entfällt.

## 5.2. Bisherige Forschungsergebnisse

In diesem Abschnitt wird auf die wichtigsten Arbeiten eingegangen, die sich im Rahmen der dem Morbi-RSA zu Grunde liegenden Klassifikationssysteme mit Interaktionen beschäftigt haben.

### 5.2.1. Ergebnisse aus den USA

Bereits 1986 hat Newhouse darauf hingewiesen, dass Multimorbidität die Schätzung der Gesundheitsausgaben deutlich erschwert und festgestellt, dass technisch gesehen eventuell eine sehr hohe Zahl an Interaktionstermen zu schätzen ist.<sup>176</sup> Bis zu einer umfassenden Berücksichtigung in den Klassifikationssystemen dauerte es allerdings noch geraume Zeit, unter anderem, wegen der hierfür notwendigen Rechenkapazitäten.

#### Pope et al. (2000)

Im Jahr 2000 haben Pope et al. eine umfassende Veröffentlichung vorgelegt, in der im Rahmen der Familie von Klassifikationssystemen, auf der das Morbi-RSA Verfahren basiert, explizit Wechselwirkungen verwendet wurden.<sup>177</sup> Es handelt sich dabei um ein Gutachten, in dem Verfeinerungen am DCG/HCC Modell beschrieben werden. Dies sind Klassifikationsmodelle, die Diagnosen zur Eingruppierung der Versicherten verwenden.<sup>178</sup> Unter anderem wurden von den Autoren die gemeinsamen Einflüsse bestimmter in Kombination auftretender Erkrankungen auf die Kosten untersucht. Sie wurden durch die Aufnahme von Interaktionstermen in die Regressionsgleichung berücksichtigt.

---

<sup>176</sup> Vgl. Newhouse (1986b), S. 20.

<sup>177</sup> Vgl. Pope et al. (2000), S. 4-8 ff.

<sup>178</sup> In Abschnitt 3.3.1 wurde auf das IPHCC Modell verwiesen, das zur Familie der HCC Modelle gehört.



Die Autoren verweisen darauf, dass die Anzahl aller möglichen Interaktionen zwischen den einzelnen Krankheitsgruppen/HCC<sup>179</sup> extrem hoch ist und deshalb empirisch nicht getestet werden kann. Außerdem, so argumentieren sie, seien viele Interaktionen nur so selten in der verwendeten Population<sup>180</sup> vorhanden, dass eine valide Schätzung nicht vorgenommen werden könne. Die Autoren konzentrierten sich deshalb auf eine kleine Anzahl weit verbreiteter, kostenintensiver Erkrankungen, für die Mediziner im Vorhinein von signifikant von Null verschiedenen Interaktionen ausgingen. In die Auswahl kamen:<sup>181</sup>

- Diabetes mellitus,
- Herzinsuffizienz,
- Ischämische Herzkrankheiten,
- Zerebrovaskuläre Krankheiten,
- Atherosklerose und periphere Gefäßkrankheiten,
- Chronisch obstruktive Lungenerkrankung.

Pope et al. untersuchten nicht nur alle Zweiweg-Interaktionen (also Interaktionen zwischen jeweils zweien dieser Krankheiten), sondern sie haben auch alle Drei-, Vier-, Fünf- und Sechsweg-Interaktionen (also Kombinationen von drei und mehr dieser Krankheiten) betrachtet. Allerdings stellte sich heraus, dass keine der Vier-, Fünf- oder Sechsweg-Interaktionen signifikant waren. Insgesamt verblieben 35 Zwei- und Dreiweg-Interaktionen im Modell, zu denen noch Zwei- und Dreiweg-Interaktionen zwischen Diabetes und Herzinsuffizienz sowie Diabetes und Nierenversagen aufgenommen wurden,<sup>182</sup> so dass schließlich 38 Interaktionen im Modell betrachtet wurden.

---

<sup>179</sup> HCC: hierarchical condition categories, diese entsprechen von der Systematik her den deutschen HMGn, da die HMGn auf diesen HCC aufbauen, ist für die Gruppen, die in beiden Systemen enthalten sind, die Nummerierung in der Regel gleich.

<sup>180</sup> Die Auswertungen wurden auf einer Stichprobe im Umfang von etwas weniger als 1,4 Millionen Medicare-Versicherten der Vereinigten Staaten von Amerika durchgeführt. Im Medicare-Programm werden Menschen ab dem 65. Lebensjahr, Menschen mit anerkannter Behinderung jeden Alters und Menschen mit akutem Nierenversagen versichert.

<sup>181</sup> Wie genau das Verfahren aussah, mit dem diese Krankheiten ausgewählt wurden, wird nicht berichtet.

<sup>182</sup> Da Personen mit akutem Nierenversagen zum Versichertenkreis von Medicare gehören, ist diese Gruppe von besonderer Relevanz und wurde deshalb zusätzlich aufgenommen.

Für die Bewertung der Interaktionsterme haben Pope et al. folgende Kriterien aufgestellt:<sup>183</sup>

- Betrag des Interaktionsschätzers,
- statistische Signifikanz der Interaktion,
- klinische Plausibilität und medizinische Signifikanz der Interaktion.

Die Untersuchungen ergaben, dass sich die Prognose (gemessen am  $R^2$ -Wert) nicht wesentlich verbesserte: das  $R^2$  stieg von 11,10% auf 11,16%. Die Aufgabe der Additivitätsannahme für einige wichtige Krankheiten hat also die allgemeine Vorhersagekraft des Modells nur sehr geringfügig verbessert.

Allerdings haben die Autoren die Höhe und die Signifikanz einiger Schätzer der Interaktionsterme als substantiell erachtet, so dass sie davon ausgehen, dass zwar nicht die Gesamtvorhersagekraft des Modells erheblich verbessert werden kann, dass aber die Vorhersagegenauigkeit für relevante Subgruppen der Population deutlich steigt.

### **Zhao et al. (2001)**

Im Verlauf der Zeit wurden die Klassifikationsmodelle der DCG/HCC-Familie weiterentwickelt. Es kam ein Modell hinzu, das Arzneimittelverschreibungen zur Klassifikation der Patienten heranzieht. Zhao et al. haben 2001 dieses so genannte RxGroups-Modell im Vergleich zu anderen Modellen derselben Gruppe von Klassifikationsmodellen untersucht und dabei auch Wechselwirkungen durch die Aufnahme von Interaktionstermen in die Regressionsgleichung berücksichtigt. Aus allen möglichen Kombinationen der im Modell enthaltenen Medikamentengruppen haben sie an Hand von vier Kriterien die zu berücksichtigenden ausgesucht. Die Kriterien lauten:<sup>184</sup>

- Die Interaktionen mussten der Augenscheinvalidität standhalten, d. h. die an der Studie beteiligten Mediziner mussten davon überzeugt sein, dass der Schweregrad der Erkrankung, der durch die kombinierte Gabe der Medikamente angezeigt wird, substanziell von dem, der der alleinigen Gabe der Medikamente zu Grunde liegt, abweicht.

---

<sup>183</sup> Vgl. Pope et al. (2000), S. 4-11 f.

<sup>184</sup> Vgl. Zhao et al. (2001), S. 184.

- Die Kombination der verschriebenen Medikamente durfte nicht zu selten vorkommen (sie musste bei mindestens 500 Personen dokumentiert sein, wobei der Datensatz insgesamt ca. eine Million Versicherte umfasste).
- Die Autoren haben darauf geachtet, dass die Monotonie nicht verletzt wurde, d. h. es wurden keine Interaktionen eingeführt, die zu einem niedrigeren Schätzer für eine Kombination aus Medikamenten geführt hätte, als wenn nur eines der Medikamente dokumentiert gewesen wäre.
- Alle Interaktionen mussten auf dem 5%-Niveau signifikant sein.

Über das Ausmaß der Verbesserung des Modells durch die Hinzunahme der Interaktionsterme (an Hand des  $R^2$ -Wertes oder anderer Gütemaße) berichten sie allerdings nicht.

### **Zhao et al. (2005)**

Analog zu den Untersuchungen aus dem Jahr 2001 haben Zhao et al. im Jahr 2005 verschiedene weiterentwickelte Modelle der DCG/HCC und Rx-Familie miteinander verglichen und berichten, dass zu den ursprünglich sechs Krankheitsgruppen (siehe oben, Pope et al. (2000)), die im Rahmen der Diagnosemodelle für Interaktionen herangezogen wurden, zwei weitere „Krankheitsgruppen“ aufgenommen wurden: „nicht vollendete Schwangerschaft“ und „Erkrankungen der Atemwege“. Außerdem wurden Interaktionen zwischen Altersgruppen und Krankheitsgruppen in die Regression aufgenommen. Dafür wurden die Versicherten nach dem Alter in zwei Gruppen aufgeteilt: in die unter 18-jährigen und die über 17-jährigen. Es wurden insgesamt 28 Interaktionsterme in das Modell eingefügt.<sup>185</sup>

Auch sämtliche Interaktionen des RxGroups-Modells aus Zhao et al. (2001) wurden beibehalten und um weitere Kombinationen von Medikamentengruppen ergänzt. Schlussendlich verblieben 27 Interaktionsterme im RxGroups-Modell. Doch auch in dieser Veröffentlichung ist die Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit, die allein auf die eingefügten Interaktionen zurückzuführen ist, nicht dokumentiert, so dass keine Aussage über die Vorteilhaftigkeit von Interaktionstermen getroffen werden kann.

---

<sup>185</sup> Vgl. Zhao et al. (2005).

### 5.2.2. Ergebnisse aus Deutschland

#### Schulte (2010)

Für Deutschland gibt es eine Untersuchung der BARMER GEK, in der Wechselwirkungen zwischen Krankheiten zur Prognose der Leistungsausgaben des Folgejahres in eine dem Morbi-RSA Verfahren nachgebildete Regressionsgleichung aufgenommen wurden. Der verwendete Datensatz umfasste etwa sieben Millionen Versicherte der BARMER (vor der Fusion mit der Gmünder ErsatzKasse – GEK), in dem mehr als 330.000 unterschiedliche HMG-Kombinationen zu beobachten waren.<sup>186</sup>

Um eine Auswahl unter den vielen möglichen Interaktionen treffen zu können, wurden die unterschiedlichen Kombinationen in einem ersten Schritt nach ihrer Häufigkeit geordnet. In einem zweiten Schritt wurde dann berechnet, wie hoch die Deckung für die einzelnen HMG-Kombinationen ist. Die Deckung für eine HMG-Kombination ergibt sich aus der Gesamtzuweisung für Versicherte, die diese HMGn aufweisen (dies ist die Summe über die Zuweisungen der Versicherten mit den entsprechenden HMGn) abzüglich der Summe der für diese Versicherten tatsächlich abgerechneten Leistungsausgaben. Ergibt sich ein negativer Betrag, so decken die Zuweisungen nicht die Leistungsausgaben und es liegt eine Unterdeckung vor. Schulte geht davon aus, dass die Kombinationen, bei denen eine Unterdeckung auftritt, besonders relevant für den Morbi-RSA sind. Deshalb bildete sie die Schnittmenge aus den 100 häufigsten HMG-Kombinationen mit den 100 HMG-Kombinationen mit der größten absoluten Unterdeckung. In diese Schnittmenge fielen 21 HMG-Kombinationen.

Diese Kombinationen wurden als Interaktionsterme in die Regression aufgenommen. Da 15 von ihnen in der Regression insignifikant waren, wurden sie aus dem Regressionsmodell wieder entfernt. Für zwei Interaktionsterme wurden negative Schätzer ermittelt, weshalb auch sie aus dem Verfahren eliminiert wurden, denn die Autorin behielt den bisherigen Grundsatz des Bundesversicherungsamtes, dass keine negativen Zuschläge im Modell enthalten sein sollen, bei. Sie führt allerdings selbst aus, dass dies zur Erreichung des Zieles der vollständigen Kodie-

---

<sup>186</sup> Vgl. Schulte (2010), S. 132.

rung nicht notwendig ist.<sup>187</sup> Es verblieben somit vier Interaktionsterme im Regressionsmodell. Das korrigierte  $R^2$  verbesserte sich durch die Hinzunahme der Interaktionsterme nur unwesentlich von 23,4273% auf 23,4305%. Dies entspricht den Erfahrungen von Pope et al. (2000), nämlich dass sich die Zielgenauigkeit des Gesamtmodells gemessen am  $R^2$  durch die Hinzunahme von Interaktionstermen nur geringfügig verbessern lässt.

Daher stellt die Autorin auch auf eine Verbesserung der Zielgenauigkeit bei relevanten Subgruppen ab, wofür sie Vorhersagerelationen (Predictive Ratios, vgl. Abschnitt 5.5.3) verwendet. Hiermit ist allerdings auch ein Problem verbunden, was an einem Beispiel erklärt wird: Für Versicherte, die an Herzinsuffizienz leiden, und für Versicherte, die sowohl an Herzinsuffizienz als auch an COPD (chronisch obstruktive Lungenerkrankung) leiden, verbesserten sich die Vorhersagerelationen. Für Versicherte, die ausschließlich an COPD leiden, verschlechterte sie sich allerdings. Insofern verweist die Autorin darauf, dass ein Zielsystem entwickelt werden muss, mit dem die Verbesserung eines Modells bzw. die generelle Güte von Modellen bewertet werden kann.

### Bundesversicherungsamt

Das Bundesversicherungsamt ist zur Zeit an das abgestimmte Regressionsverfahren ohne Interaktionsterme gebunden. Daher musste ein anderer Weg gefunden werden, um die in der Empirie auftretenden Kosteninhomogenitäten in bestimmten HMGn aufzufangen. So wurde beispielsweise bei der Verfahrensanpassung von 2009 auf 2010 eine Trennung der Versicherten mit Hämophilie ohne Dauermedikation nach dem Geschlecht eingeführt. Dadurch konnten Unterschiede in den Leistungsausgaben abgebildet werden und eine deutliche Verbesserung der Vorhersagekraft des Modells erreicht werden.<sup>188</sup> Es ist also eine deutliche Interaktion zwischen dem Geschlecht und den Leistungsausgaben bei Hämophilie ohne Dauermedikation vorhanden.

<sup>187</sup> Vgl. Schulte (2010), S. 133, 136 ff., Abschnitt 5.3.4 sowie zum Ziel der vollständigen Kodierung die Abschnitte 3.3.4 sowie 3.4 bzw. InEK (2010b), S.3, D001a.

<sup>188</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009a), S. 64 f.: Die gesamten Änderungen in der Hierarchie führten zu einer Verbesserung des  $R^2$ -Wertes von 20,8233% auf 22,3361%. Die Veränderung des  $R^2$ -Wertes, die allein auf die Teilung der HMG043 nach dem Geschlecht zurückzuführen ist, ist nicht dokumentiert.

Bei der Überarbeitung des Verfahrens für das Jahr 2011 wurde eine Aufteilung der früheren HMG107 (Mukoviszidose) nach dem Alter in die HMG217 (Mukoviszidose, Alter > 11 Jahre) und in die HMG218 (Mukoviszidose, Alter < 12 Jahre) vorgenommen. Auch hier zeigt sich ein deutlicher Unterschied in den Leistungsausgaben bei einer Differenzierung nach dem Alter.<sup>189</sup> Durch die altersspezifische Trennung der HMG107 „[...] gelingt eine trennscharfe Differenzierung zweier unter Kostengesichtspunkten völlig unterschiedlicher Versichertengruppen.“<sup>190</sup> Somit ist klar, dass auch im deutschen Kontext Interaktionen zwischen dem Alter und Krankheiten in Bezug auf die Leistungsausgaben bestehen.

### 5.3. Auswahl der Interaktionen

Die Auswahl der Interaktionen umfasst mehrere Aspekte: Es muss festgelegt werden, welche Wechselwirkungsgruppen überhaupt betrachtet werden sollen. Zwischen den erklärenden Variablen des Modells können zahlreiche Wechselwirkungen bestehen, die rein theoretisch alle überprüft werden können (vgl. hierzu Abschnitt 4). Die vorliegende Arbeit beschränkt die Analysen nicht auf Interaktionen zwischen Erkrankungen, sondern beleuchtet ebenfalls die Interaktionen zwischen Alter, Geschlecht und Erwerbsminderungsstatus auf der einen Seite und Erkrankungen auf der anderen Seite. Dabei gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, wie die tatsächlichen Interaktionsterme gebildet werden können, die im Folgenden erläutert werden.

Weiterhin ist die Zahl aller möglichen Interaktionsterme viel zu groß, als dass es sinnvoll wäre, sie alle empirisch zu überprüfen. Allein zwischen den 112 HMGN gibt es 6.216 Zweiweg-Interaktionen und 227.920 Dreiweg-Interaktionen. Hinzu kommen die Interaktionen, die zwischen Krankheiten und dem Alter, dem Geschlecht und auch dem Erwerbsminderungsstatus bestehen können. Deshalb war es für die vorliegende Arbeit zwingend notwendig eine Methode zu entwickeln, an Hand derer die Interaktionsterme identifiziert werden konnten, die am erfolgversprechendsten in Bezug auf eine Verbesserung des Modells erschienen, damit die Analysen auf diese beschränkt werden konnten.

---

<sup>189</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2010a), S. 97 f.

<sup>190</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2010a), S. 99.

Ausgangspunkt hierfür bildeten die Auswahlkriterien der in Abschnitt 5.2 vorgestellten Studien. Ziel des Prozesses war es, eine Auswahl an Interaktionstermen zu erhalten, die zum einen die Schätzung verbessert und die zum anderen relativ einfach durchzuführen ist, damit sie auch in der Praxis angewendet werden kann.

Im Anschluss an die verwendete Methode für die Bildung der einzelnen Wechselwirkungsgruppen und eine Auflistung der sich ergebenden Interaktionsmodelle werden die Kriterien zur Auswahl der tatsächlich aus den unterschiedlichen Wechselwirkungsgruppen in die Regressionsmodelle einzubeziehenden Interaktionsterme vorgestellt.

### 5.3.1. Krankheitsinteraktionen

Sollen Interaktionen zwischen Krankheiten gebildet werden, so muss zuallererst der Begriff der „Krankheit“ operationalisiert werden. Im Morbi-RSA Verfahren werden mehrere Aggregationsebenen für Erkrankungen verwendet, die jede für sich genommen zur Bildung von Interaktionen verwendet werden könnte. Dies sind:

- ICD-Kodes,
- DxGruppen,
- (Hierarchisierte) Morbiditätsgruppen,
- Gruppen von HMGn,
- Krankheiten.

Sie werden im Folgenden näher beschrieben und auf ihre Tauglichkeit für die Bildung von Interaktionstermen hin analysiert.

#### ICD-Kodes

Im Morbi-RSA Verfahren werden als Basis für die Klassifizierung der Versicherten die ICD-Kodes (vgl. Abschnitt 3.1.4) verwendet, wie sie in der Behandlungspraxis dokumentiert werden. Ziel der internationalen Klassifikation der Krankheiten ist es, international einheitlich das Krankheitsgeschehen zu erfassen. Die Systematik ist äußerst differenziert und detailliert.<sup>191</sup> In den Jahresausgleich 2010 des

<sup>191</sup> Vgl. den ICD-Katalog bspw. für das Jahr 2010, DIMDI (2010).

Morbi-RSA fließen über 4.000 ICD-Vier- bzw. ICD-Fünfsteller ein. Allein für das Krankheitsbild der rheumatoiden Arthritis und entzündlichen Bindegewebskrankheiten werden 398 ICD-Kodes in das Verfahren aufgenommen. Dabei erfassen die ICD-Kodes die Erkrankungen sehr differenziert, bspw. wird beim palindromen Rheumatismus bei der Lokalisation unterschieden zwischen dem Oberarm, dem Unterarm und der Hand (ICD M12.32, M12.33 und M12.34).<sup>192</sup> Eine solch detaillierte Erfassung der Erkrankungen ist für die Behandlung notwendig, für die Untersuchung von Interaktionen zwischen Krankheiten ist sie viel zu tiefgehend.

### DxGruppen

Die ICD-Kodes werden im Morbi-RSA Verfahren zu DxGruppen zusammengefasst. In den Jahresausgleich 2010 werden 306 DxGruppen einbezogen. Doch auch diese Zusammenfassung ist für die Bildung von Interaktionstermen noch zu detailliert. Bspw. wird zwischen bösartigen Neubildungen des Kolons und des Rektums unterschieden, was aus medizinischer Sicht selbstverständlich notwendig ist. Eine Erfassung dieser Unterschiede für die Bildung von Interaktionstermen erscheint nicht sinnvoll, da die Steigerung der Prognosegenauigkeit, die durch diese Differenzierung gewonnen werden kann, einer extrem hohen Anzahl an Interaktionstermen gegenüber steht.<sup>193</sup>

Gegen die ICD-Kodes und die DxGruppen als Basis für die Bildung von Interaktionstermen spricht vor allem auch, dass es bei ihrer Verwendung zu einer sehr hohen Zahl möglicher Interaktionsterme käme, so dass die Anzahl in der Praxis nicht mehr überschaubar wäre. Es müssten viel zu viele Parameter geschätzt werden, als dass ihre Verwendung in dieser Arbeit, in der keine Begrenzung auf einzelne Krankheitsbilder (wie bspw. bei Pope et al. (2000)) vorgenommen werden sollte, sinnvoll gewesen wäre. Weiterhin ist die Häufigkeit der einzelnen Kodes durch den sehr hohen Differenzierungsgrad relativ gering. Interaktionsterme werden dadurch zum Teil nur bei sehr wenigen Versicherten auftreten, so dass sie nicht zuverlässig geschätzt werden könnten.

---

<sup>192</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009d).

<sup>193</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009d).



### **(Hierarchisierte) Morbiditätsgruppen**

Die nächste Aggregationsstufe im Morbi-RSA Verfahren bilden die Morbiditätsgruppen, zu denen die DxGruppen zusammengefasst werden. Im Jahresausgleich 2010 wurden 112 (hierarchisierte) Morbiditätsgruppen verwendet.<sup>194</sup> Für diese HMGn werden die Zuschläge berechnet, aus denen dann die Zuweisungen an die Krankenkassen ermittelt werden. Sie bieten sich daher für die Bildung von Interaktionen an, da mit ihrer Verwendung eine einheitliche Aggregationsbasis für die Schätzung vorliegen würde.

Schulte verwendet die Morbiditätsgruppen (bzw. für den einzelnen Versicherten die hierarchisierten Morbiditätsgruppen) als Basis für die Bildung von Interaktionstermen. In ihrer Studie verbleiben zwar schlussendlich nur vier Interaktionsterme im Modell, allerdings liegt dies an den verwendeten Kriterien, die für eine Aufnahme der Interaktionen in das Modell erfüllt sein müssen.<sup>195</sup> Generell wurde durch die Studie gezeigt, dass die Bildung von Interaktionen auf Basis der Morbiditätsgruppen angemessen ist.

Für die vorliegende Arbeit wurden daher die Morbiditätsgruppen als Grundlage für die Bildung von Interaktionen verwendet. Da allerdings zwischen den 112 HMGn 6.216 Zweiweg-Interaktionen gebildet werden können, mussten weitere Kriterien festgelegt werden, um die Auswahl sinnvoll und zielführend einschränken zu können (vgl. hierzu Abschnitt 5.3.4).

### **Gruppen von HMGn**

Pope et al. haben in ihren Untersuchungen einige HMGn zu Gruppen zusammengefasst und die Interaktionen dann zwischen diesen HMG-Gruppen gebildet. Es wurde allerdings nicht dokumentiert, welche Kriterien bei der Bildung der Gruppen verwendet wurden; es wurde lediglich festgehalten, dass die Prävalenz der HMGn und medizinische Aspekte für diese Auswahl entscheidend waren.<sup>196</sup> Eine Zusammenfassung von HMGn auf Grundlage medizinischer Gesichtspunkte wäre sicherlich ein guter Weg, um die Anzahl der möglichen Interaktionsvariablen reduzieren zu können, ohne die Aussagekraft der Interaktionen zu mindern.

<sup>194</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009d).

<sup>195</sup> Vgl. Schulte (2010).

<sup>196</sup> Vgl. Pope et al. (2000). S. 4-9.

Hierzu wäre allerdings eine eingehende medizinische Bewertung jeder einzelnen HMG und der in sie einfließenden Diagnosen notwendig. Ziel dieser Arbeit war es hingegen, eine empirische Vorgehensweise zu entwickeln.

## Krankheiten

Das höchste Aggregationsniveau bilden im Morbi-RSA die 80 „Krankheiten“, die als ausgleichsrelevant definiert worden sind (vgl. Abschnitt 3.2). Die Verwendung dieser „Krankheiten“ als Basis für die Bildung von Interaktionstermen erscheint nicht geeignet. Die Krankheiten sind äußerst weit definiert: Krankheit 26 (Rheumatoide Arthritis und entzündliche Bindegewebskrankheiten) umfasst 389 einzelne ICD-Kodes (Jahresausgleich 2010), was sie für die Bildung von Interaktionen ungeeignet macht. Für derart weit gefasste Krankheitsbilder können keine einheitlichen Leistungsausgaben erwartet werden und somit können keine zielgenauen Schätzer ermittelt werden. Sind die ICD-Kodes zur Bildung von Interaktionen wesentlich zu eng gefasst, so sind die Krankheiten deutlich zu weit gefasst.

Für die vorliegende Arbeit wurden daher Interaktionen zwischen einzelnen HMGn gebildet (Krankheitsinteraktionen). Dabei wurde eine Beschränkung auf Zweiweg-Interaktionen vorgenommen (also Interaktionen zwischen jeweils nur zwei HMGn). Vierweg- und höhere Interaktionen ergaben in früheren Studien keine signifikanten Schätzer und wurden daher nicht betrachtet.<sup>197</sup> Es könnte sinnvoll sein Dreiweg-Interaktionen zu überprüfen (also zwischen drei HMGn). Pope et al. haben dies für die von ihnen gebildeten HMG-Gruppen durchgeführt. Es zeigte sich allerdings, dass neben den Zweiweg-Interaktionen nur einige wenige Dreiweg-Interaktionen signifikant waren. Da die Zahl der zu überprüfenden Interaktionsterme bei dem hier gewählten Weg, nämlich keine Beschränkung auf bestimmte Krankheiten / Krankheitsgruppen vorzunehmen, drastisch steigt, wenn auch Dreiweg-Interaktionen aufgenommen werden, der zusätzliche Nutzen aber voraussichtlich nur äußerst gering ausfällt, wurden keine Dreiweg-Interaktionen in die Analysen einbezogen.

---

<sup>197</sup> Vgl. Pope et al. (2000), S. 4-10.

### 5.3.2. Geschlechts-, Alters-, Erwerbsminderungsinteraktionen

Als weitere erklärende Variablen gehen neben den hierarchisierten Morbiditätsgruppen die Alters- und Geschlechtsgruppen (AGGn) und die Erwerbsminderungsgruppen (EMGn) in die Regression ein. Diese wurden ebenfalls zur Bildung von Interaktionen herangezogen. Es gibt auch hier wiederum mehrere Möglichkeiten, wie die einzelnen Interaktionsterme gebildet werden können. So können Interaktionen zwischen den AGGn und den HMGn sowie zwischen den EMGn und den HMGn gebildet werden. Es könnten aber auch Aggregationen oder Aufteilungen der AGGn und EMGn vorgenommen werden.

Die 40 im Morbi-RSA enthaltenen Alters- und Geschlechtsgruppen wurden als solche nicht für die Bildung von Interaktionstermen verwendet, da eine sehr hohe Anzahl an Interaktionstermen entstanden wäre und die Interpretation äußerst unübersichtlich geworden wäre. Auch haben Vorberechnungen gezeigt, dass durch die Verwendung dieser kleinteiligen Aufgliederung praktisch kein Gewinn an Prognosegüte gegenüber Aggregationen aus den AGGn zu erreichen ist. Deshalb wurde eine Aufteilung in Geschlechts- und Altersvariablen vorgenommen. Weitere Besonderheiten bei diesen Interaktionen werden im Folgenden einzeln erläutert.

#### Interaktionen zwischen Geschlecht und HMGn

Für die Bildung der Geschlechtsinteraktionen wurde eine Umkodierung der in Satzart 100 enthaltenen Geschlechtsangabe vorgenommen: die Krankenkassen übermitteln das Geschlecht kodiert als „1=weiblich“ und „2=männlich“.<sup>198</sup> Die Angabe für die Frauen wurde beibehalten, die für Männer wurde jedoch umkodiert in „0=männlich“. Dadurch entstand eine Dummyvariable (Sexw), die zur Bildung der Geschlechtsinteraktionsterme verwendet werden konnte. Diese Terme wurden durch Multiplikation des Geschlechtsdummys mit den einzelnen HMGn erstellt (SexwHMG, bspw. also SexwHMG001). Dies wurde für 109 der 112 im Verfahren enthaltenen HMGn durchgeführt; ausgeschlossen wurden HMG043 (Hämophilie ohne Dauermedikation (Männer)), da nur Männer diese HMG erhalten können. Weiterhin wurden HMG143 (Hämophilie ohne Dauermedikation (Frauen)) und HMG146 (Schwangerschaft) ausgeschlossen, da nur Frauen diese HMGn erhalten können.

<sup>198</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009g), S. 4.

Um nicht in die Dummyvariablen-Falle zu laufen, dürfen nur für ein Geschlecht Interaktionsterme in das Regressionsmodell aufgenommen werden. Würden für beide Geschlechter Interaktionsterme aufgenommen, so wäre das Modell wegen perfekter Multikollinearität nicht schätzbar.<sup>199</sup> Die Gruppe der Männer wurde als Referenzgruppe gewählt und nicht in die Regression aufgenommen.

### Interaktionen zwischen Alter und HMGn

Trennt man die AGGn nach Alter und nach Geschlecht, so verbleiben 20 Altersgruppen, die für die Bildung von Interaktionen mit den HMGn zur Verfügung stehen. Diese Aufteilung ist allerdings sehr detailliert und erscheint nach ersten Vorberechnungen nicht sinnvoll. Daher wurde eine Aggregation der Altersgruppen vorgenommen, wobei die im Morbi-RSA enthaltenen Altersgrenzen als Grundlage herangezogen wurden. Im Ausgleichsverfahren werden ambulante Diagnosen für Kinder (Versicherte jünger als zwölf Jahre) anders als bei den Erwachsenen nicht über verschriebene Arzneimittel validiert.<sup>200</sup> Daher wurden die null- bis elfjährigen in der Altersgruppe „Kinder“ konform zur Validierungssystematik zusammengefasst.

Des Weiteren wurde eine Abgrenzung von Erwachsenen und „Rentnern“ (Versicherte ab dem 65. Lebensjahr, wobei diese Versicherten nicht alle eine Rente beziehen) vorgenommen. Diese Altersgrenze wurde gewählt, da sie für die aktuell in Rente gehenden Jahrgänge als Regelaltersgrenze festgelegt ist und damit auch die Erwerbsminderungsrentner ab diesem Alter in die Altersrente überführt werden.<sup>201</sup> Es ist eine in der Sozialgesetzgebung gängige Altersgrenze.

Es wurden Dummyvariablen für drei Altersgruppen für die Bildung der Interaktionsterme verwendet, Kinder (jünger als zwölf Jahre: Altersgruppe 1, AG1), Erwachsene (zwölf bis 65 Jahre: Altersgruppe 2, AG2) und über 65-jährige (Altersgruppe 3, AG3). Auch hier musste eine Gruppe als Referenzgruppe gewählt werden, um die Dummyvariablen-Falle zu vermeiden. Hierfür wurde die Gruppe der zwölf- bis 65-jährigen gewählt, da sie am häufigsten besetzt ist.

---

<sup>199</sup> Vgl. Assenmacher (2002), S. 302.

<sup>200</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009b), S. 3.

<sup>201</sup> Vgl. § 43 SGB VI sowie § 42 SGB XII.

### Interaktionen zwischen dem Status der Erwerbsminderung und HMGn

Im Morbi-RSA Verfahren wird nach Geschlecht und Alter zwischen sechs Erwerbsminderungsgruppen unterschieden. Da bereits Geschlechtsinteraktionsvariablen in das Modell aufgenommen wurden, konnte diese Unterteilung bei den Erwerbsminderungsgruppen wegfallen. Die Aufteilung nach dem Alter wurde ebenfalls fallen gelassen, da die für die Erwerbsminderungsgruppen verwendeten Altersklassen erstens nicht mit den bei den Altersinteraktionen verwendeten Altersklassen korrespondieren und weil zweitens eine Aufteilung nach dem Alter bei Probeberechnungen keine Verbesserung des Modells erbrachte. Es wurde daher eine einzige Dummyvariable gebildet, die den Wert Null annimmt, wenn ein Versicherter keine Erwerbsminderungsrente bezieht und die den Wert eins annimmt, wenn ein Anspruch auf Erwerbsminderungsrente besteht. Mit dieser Dummyvariablen wurden dann die Interaktionen mit den HMGn gebildet (EHMG).

#### 5.3.3. Modelle

Für die endgültigen Berechnungen wurden fünf Interaktionsmodelle spezifiziert. Die Modelle enthielten jeweils eine oder mehrere der in den letzten beiden Abschnitten dargestellten Wechselwirkungsgruppen. Die Regressionsgleichungen der einzelnen Modelle lauten:<sup>202</sup>

#### Modell 1: Interaktionen zwischen Altersgruppen und HMGn

$$\begin{aligned}
 LA_i = & \beta_{AGG1}AGG1_i + \dots + \beta_{AGG40}AGG40_i \\
 & + \beta_{EMG1}EMG1_i + \dots + \beta_{EMG6}EMG6_i \\
 & + \beta_{HMG001}HMG001_i + \dots + \beta_{HMG184}HMG184_i \\
 & + \beta_{AG1/001}AG1HMG001_i + \dots + \beta_{AG3/184}AG3HMG184_i + \nu_i
 \end{aligned} \tag{4}$$

<sup>202</sup> Insgesamt gehen in das Verfahren für das Jahr 2010 112 HMGn ein. Sie sind allerdings nicht durchgehend nummeriert, da einige in der ursprünglichen Nummerierung enthaltene HMGn nicht in das Verfahren aufgenommen wurden. Deshalb trägt die vorletzte berücksichtigte HMG die Nummer 177 und die letzte die Nummer 184 (vgl. Anhang B für eine Übersicht über alle in das Verfahren eingehenden HMGn).

**Modell 2: Interaktionen zwischen Geschlecht und HMGn**

$$\begin{aligned}
LA_i = & \beta_{AGG1}AGG1_i + \dots + \beta_{AGG40}AGG40_i \\
& + \beta_{EMG1}EMG1_i + \dots + \beta_{EMG6}EMG6_i \\
& + \beta_{HMG001}HMG001_i + \dots + \beta_{HMG184}HMG184_i \\
& + \beta_{Sexw/001}SexwHMG001_i + \dots + \beta_{Sexw/184}SexwHMG184_i + \nu_i
\end{aligned} \tag{5}$$

**Modell 3: Interaktionen zwischen Erwerbsminderungsstatus und HMGn**

$$\begin{aligned}
LA_i = & \beta_{AGG1}AGG1_i + \dots + \beta_{AGG40}AGG40_i \\
& + \beta_{EMG1}EMG1_i + \dots + \beta_{EMG6}EMG6_i \\
& + \beta_{HMG001}HMG001_i + \dots + \beta_{HMG184}HMG184_i \\
& + \beta_{E/001}EHMG001_i + \dots + \beta_{E/184}EHMG184_i + \nu_i
\end{aligned} \tag{6}$$

**Modell 4: Interaktionen zwischen HMGn untereinander**

$$\begin{aligned}
LA_i = & \beta_{AGG1}AGG1_i + \dots + \beta_{AGG40}AGG40_i \\
& + \beta_{EMG1}EMG1_i + \dots + \beta_{EMG6}EMG6_i \\
& + \beta_{HMG001}HMG001_i + \dots + \beta_{HMG184}HMG184_i \\
& + \beta_{001/002}HMG001HMG002_i + \dots + \beta_{177/184}HMG177HMG184_i + \nu_i
\end{aligned} \tag{7}$$

**Modell 5: Gesamtmodell**

$$\begin{aligned}
LA_i = & \beta_{AGG1}AGG1_i + \dots + \beta_{AGG40}AGG40_i \\
& + \beta_{EMG1}EMG1_i + \dots + \beta_{EMG6}EMG6_i \\
& + \beta_{HMG001}HMG001_i + \dots + \beta_{HMG184}HMG184_i \\
& + \beta_{AG1/001}AG1HMG001_i + \dots + \beta_{AG3/184}AG3HMG184_i \\
& + \beta_{Sexw/001}SexwHMG001_i + \dots + \beta_{Sexw/184}SexwHMG184_i \\
& + \beta_{E/001}EHMG001_i + \dots + \beta_{E/184}EHMG184_i \\
& + \beta_{001/002}HMG001HMG002_i + \dots + \beta_{177/184}HMG177HMG184_i + \nu_i
\end{aligned} \tag{8}$$

mit:

$LA_i$	Leistungsausgaben von Individuum i
$AGHMG_i$	Interaktionsterm zwischen Altersgruppen und HMGn für Individuum i
$\beta$	Koeffizientenschätzer
$SexwHMG$	Interaktionsterm zwischen Frauen und HMG für Individuum i
$EHMG$	Interaktionsterm zwischen der Erwerbsminderungs-dummyvariablen und HMGn für Individuum i
$HMGHMG$	Interaktionsterm zwischen HMGn und HMGn
$\nu_i$	Störterm

#### 5.3.4. Auswahlkriterien

Die Zahl der Interaktionsvariablen je Wechselwirkungsgruppe ist sehr hoch. Daher musste definiert werden, welche der gebildeten Interaktionsterme überhaupt sinnvollerweise in die Regression aufgenommen werden sollten. Weiterhin musste festgelegt werden, wann Interaktionsterme nach erfolgter Regression wieder ausgeschlossen werden sollten. Basierend auf den Erfahrungen der unter 5.2 dargestellten Studien, wurden folgende Kriterien als zielführend für die Auswahl der Interaktionen erachtet:

- Häufigkeit,
- Relevanz,
- statistische Signifikanz,
- Augenscheinvalidität und klinische Plausibilität.

#### Häufigkeit

Grundvoraussetzung für eine sinnvolle Schätzung ist, dass die geschätzten Parameter mit einer genügend großen Sicherheit den „wahren“ Wert in der Grundgesamtheit wiedergeben. Dafür ist eine gewisse Mindesthäufigkeit an Beobachtungen notwendig.<sup>203</sup> Je mehr Beobachtungen vorliegen, desto zuverlässiger ist die

<sup>203</sup> Vgl. Pope et al. (2000), S. 4-9.

Schätzung.

Pope et al. (2000) haben einige sehr häufig auftretende Krankheiten ausgesucht und zwischen diesen Krankheiten Interaktionen gebildet. Durch die jeweils sehr hohe Prävalenz der Krankheiten war davon auszugehen, dass auch die Interaktionen häufig vorkamen. Schulte (2010) hat einen etwas anderen Weg gewählt. Sie hat die Häufigkeiten der unterschiedlichen Krankheitskombinationen ausgezählt und sie dann nach absteigender Häufigkeit sortiert. Die 20 häufigsten Krankheitskombinationen wurden daraufhin eingehender betrachtet. Für beide Studien wurden also Krankheiten (Krankheitsgruppen) ausgewählt, die sehr häufig waren.

Für die vorliegende Arbeit wurde ein dritter Weg gewählt, der sich an der Vorgehensweise von Zhao et al. (2001) und (2005) orientiert. Es wurden nicht einige oder die häufigsten Interaktionen *eingeschlossen*, sondern es wurden diejenigen Interaktionen *ausgeschlossen*, für die auf Grund der geringen Prävalenz von einer nicht hinreichend zuverlässigen Schätzung ausgegangen werden konnte. Somit wurden zunächst einmal *alle* Interaktionen in die Betrachtung einbezogen, bei denen davon auszugehen war, dass ihr Einfluss zuverlässig zu schätzen war, die also bei einer gewissen Mindestanzahl von Versicherten dokumentiert sind.

Eine allgemeingültige Mindestanzahl an notwendigen Beobachtungen ist in der Literatur nicht benannt. Zhao et al. (2001) haben nur solche Interaktionsterme in ihr Regressionsmodell aufgenommen, die bei mindestens 500 Personen – bei einem Stichprobenumfang in Höhe von ca. 1 Mio. Versicherten – auftraten.<sup>204</sup> In der darauf folgenden Studie haben Zhao et al. (2005) diejenigen Interaktionsterme ausgeschlossen, die seltener als 100-mal auftraten.<sup>205</sup> Das Bundesversicherungsamt stellt in seinen Erläuterungen zu den Festlegungen zum Klassifikationsmodell fest, dass bei einer Aufspaltung einer HMG eine „kritische Anzahl von Versicherten“ vorliegen muss, damit eine zuverlässige Berechnung der Zuschläge möglich ist, ohne allerdings eine konkrete Mindestzahl zu benennen. Die Mindestzahl an Versicherten in den Gruppen, die tatsächlich in das Regressionsmodell aufgenommen werden, beträgt 102 Versicherte.<sup>206</sup>

---

<sup>204</sup> Vgl. Zhao et al. (2001), S. 184.

<sup>205</sup> Vgl. Zhao et al. (2005), S. 37f.

<sup>206</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009a), S. 64 f.



Da bei einer Mindestanzahl von 100 eine zuverlässige Schätzung gewährleistet sein sollte, das Bundesversicherungsamt anscheinend 100 als Grenze verwendet und Proberechnungen mit unterschiedlichen Mindestanzahlen (100, 500, 1000 Fälle) die besten Ergebnisse für eine Mindestmenge von 100 lieferten, wurde dies als Mindestanzahl für die vorliegende Arbeit verwendet: Ist ein Interaktionsterm für weniger als 100 Versicherte dokumentiert, so wurde dieser Interaktionsterm von vornherein nicht in das Regressionsmodell aufgenommen.

### Relevanz

Als zweites Kriterium für die Entscheidung, ob ein Interaktionsterm in das Regressionsmodell aufgenommen werden soll, wurde die „Relevanz“ des Interaktionsterms herangezogen. Damit ist gemeint, dass ein Interaktionsterm einen „relevanten“ Einfluss im Regressionsmodell haben soll, wobei das Kriterium der „Relevanz“ erst sinnvoll operationalisiert werden musste.

Pope et al. zogen auf Basis ihrer Untersuchungen den Schluss, dass durch die Einführung von Interaktionstermen zwar nicht die allgemeine Vorhersagegüte (gemessen am  $R^2$ ) stark verbessert werden kann. Sie gingen aber davon aus, dass die Prognosen für wichtige Subgruppen deutlich besser werden, da einige Koeffizienten einen hohen Betrag aufwiesen.<sup>207</sup> Sie bewerteten also die Interaktionsterme (unter anderem) auf Basis der Höhe der jeweiligen Koeffizienten (und somit erst nach der Schätzung).

Eine solche Entscheidung über die Relevanz eines Interaktionsterms allein auf Basis der Höhe des Koeffizienten zu treffen, erscheint nicht sinnvoll. Es müssten alle Interaktionsterme, die genügend häufig (siehe Kriterium der Häufigkeit) im Datensatz enthalten sind, in die Regression aufgenommen werden, um die Relevanz an Hand des ermittelten Schätzers beurteilen zu können. Dies ist zwar theoretisch möglich, allerdings ist es recht unpraktisch, da die Anzahl der Interaktionsterme so hoch ist. Es ist daher zielführender, bereits vor der eigentlichen Schätzung weitere Interaktionsterme auszuschließen, bei denen davon ausgegangen werden kann, dass sie die Schätzung nicht wesentlich verbessern. Hinzu kommt, dass es durchaus sinnvoll sein kann einen Interaktionsterm, dessen Schätzer betragsmä-

---

<sup>207</sup> Vgl. Pope et al. (2000), S. 4-11.

Big relativ niedrig ist, in das Modell aufzunehmen, nämlich dann, wenn besonders viele Versicherte hiervon betroffen sind, da die Gesamtverbesserung des Modells auch davon abhängig ist, wie viele Versicherte von dem Interaktionsterm betroffen sind.

Schulte (2010) berechnete für die Entscheidung, ob ein Interaktionsterm in die Regression aufgenommen werden sollte oder nicht, die Deckung (also die Differenz zwischen den Zuweisungen und den tatsächlichen Leistungsausgaben) für die jeweilige HMG-Kombination (vgl. auch Abschnitt 5.2.2). Die Autorin vertrat den Standpunkt, dass es dann notwendig ist, einen Interaktionsterm einzuführen, wenn die Zuweisungen deutlich unter den Leistungsausgaben liegen. Dies ist einleuchtend, denn liegen die Zuweisungen weit unter den durchschnittlichen Leistungsausgaben, so besteht bei den Krankenkassen kein Anreiz, die betroffenen Personen im Versichertenbestand zu haben. Es besteht dann vielmehr die Gefahr der Risikoselektion, die gerade durch den Morbi-RSA verhindert werden soll.

Die Beschränkung der Einführung von Interaktionstermen nur für den Fall einer *Unterdeckung* wurde in der vorliegenden Arbeit allerdings aufgegeben. Es ist durchaus sinnvoll, auch bei Interaktionen, bei denen eine deutliche *Überdeckung* besteht, Interaktionsterme einzuführen, da auch hier das Modell nicht seinen eigentlichen Zweck, nämlich die möglichst genaue Schätzung der Leistungsausgaben, erfüllt. Übersteigen die Zuweisungen die Leistungsausgaben deutlich, so besteht auch hier ein Selektionsanreiz für die Krankenkassen, nämlich genau diese Versicherten anzuwerben, um einen positiven Deckungsbeitrag zu erwirtschaften. Dies ist zwar nicht unbedingt schädlich für die Versicherten, da sie nicht befürchten müssen, schlecht versorgt zu werden. Allerdings ist es wirtschaftlich gesehen ineffizient und die Überdeckungen sollten besser dafür verwendet werden, Unterdeckungen an anderer Stelle abzubauen.

Schulte (2010) beruft sich in ihrer Arbeit darauf, dass im aktuellen Morbi-RSA Verfahren keine negativen Schätzer zugelassen sind. Dies liegt allerdings daran, dass es bei einem negativen Koeffizienten einen *Abschlag* für die Dokumentation einer Krankheit gäbe und somit die Vollständigkeit der Kodierung gefährdet wäre. Es wäre finanziell für die Krankenkasse von Nachteil eine Erkrankung zu

dokumentieren, für die es einen Abschlag gibt. Bei Interaktionstermen ist die Sachlage etwas anders: Solange die negativen Koeffizienten für Interaktionsterme betragsmäßig kleiner sind als die Koeffizienten der einzelnen zum Interaktionsterm gehörenden HMGn, so lange entsteht *insgesamt* kein Abschlag und die Vollständigkeit der Kodierung ist nicht gefährdet. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen:

Angenommen Diabetes und koronare Herzkrankheiten stünden in einem subadditiven Verhältnis zueinander. Der Zuschlag für Diabetes (HMG017) läge bei 122 Euro, der Zuschlag für koronare Herzkrankheiten (HMG084) bei 48 Euro.<sup>208</sup> Läge bei einem Versicherten beide Krankheiten vor, so würde die Krankenkasse für diese beiden Krankheiten des Versicherten 170 Euro erhalten. Führt man nun einen Interaktionsterm ein, so ergäbe sich für den Interaktionsterm ein negativer Koeffizient, da die beiden Krankheiten (postuliert) in einem subadditiven Verhältnis zueinander stehen.

Wäre der Abschlag für den Interaktionsterm vom Betrag her höher als der Zuschlag für eine der zu Grunde liegenden HMGn (also höher als der Zuschlag für HMG084, der 48 Euro beträgt, bspw. 70 Euro) so erhielte die Krankenkasse dann insgesamt weniger Zuweisungen für beide Krankheiten als sie erhalten würde, wenn sie nur die Krankheit mit dem höheren Zuschlag (Diabetes) dokumentiert hätte: 122 Euro (für HMG017) + 48 Euro (für HMG084) - 70 Euro (für HMG017 · HMG084) = 100 Euro (vgl. Tabelle 3).

**Tabelle 3:** Zuweisung bei negativem Koeffizienten eines Interaktionsterms

HMG	Zuschläge ohne Interaktionsterm	Zuschläge mit Interaktionsterm
HMG017	122 Euro	122 Euro
HMG084	48 Euro	48 Euro
HMG017 · HMG084		- 70 Euro
Summe	170 Euro	100 Euro

In diesem Beispiel erhielte die Krankenkasse bei unvollständiger Kodierung, bei

<sup>208</sup> Die Zuschläge sind gerundete Werte entsprechend den am 23.11.2009 veröffentlichten Ergebnissen des Bundesversicherungsamtes (vgl. Bundesversicherungsamt (2009e)).

der nur Diabetes dokumentiert ist, 122 Euro, wohingegen sie bei vollständiger Kodierung lediglich 100 Euro erhielt. Solange aber der Abschlag für die Interaktion betragsmäßig kleiner ist als der kleinste Zuschlag für eine der HMGn, besteht kein Anreiz zur unvollständigen Kodierung und solange ist es auch sinnvoll, Interaktionsterme mit negativem Wert bei Überdeckung aufzunehmen.

Das Kriterium der „Relevanz“ wurde für die vorliegende Arbeit daher über die Deckung bei dem Vorliegen von Krankheitsinteraktionen operationalisiert. Da die Betrachtung auf Zweiweg-Interaktionen beschränkt wurde, wurde die Deckung (Zuweisung abzüglich der tatsächlichen Leistungsausgaben) für all jene Versicherten berechnet, die *genau* zwei Krankheiten aufweisen und zwar gruppiert nach den Krankheitskombinationen. Bspw. wurden für alle Versicherten, die HMG017 und HMG084 haben, die Zuweisungen den tatsächlichen Leistungsausgaben gegenübergestellt. Alle anderen Versicherten (Versicherte mit mehr als zwei HMGn, also bspw. HMG017, HMG084 und HMG001) wurden nicht in die Berechnung der Deckung einbezogen. Beim Vorhandensein von mehr als zwei Krankheiten könnten sonst keine Rückschlüsse darauf gezogen werden, ob die zwei interessierenden Krankheiten oder die weitere(n) Krankheit(en) für den Einfluss auf die Deckung verantwortlich sind.<sup>209</sup>

Besteht keine Fehldeckung, so decken die Zuweisungen genau die Leistungsausgaben und die Annahme der Additivität der Krankheitskosten kann beibehalten werden; ein Interaktionsterm ist dann nicht notwendig. Auch bei geringen Fehldeckungen wird die Annahme beibehalten. Es wurden unterschiedliche Grenzen für den Betrag der Fehldeckung, ab dem ein Einschluss des Interaktionsterms in die Regression erfolgt, ausprobiert (10.000, 20.000, 50.000 und 100.000 Euro) und schließlich eine Fehldeckung von 20.000 Euro für die Analysen festgelegt. Betrug die Differenz zwischen den Zuweisungen und den tatsächlichen Leistungsausgaben in Summe über die Versicherten, die zwei (und nur zwei) bestimmte HMGn aufweisen, betragsmäßig mehr als 20.000 Euro, so wurde der entsprechende Interaktionsterm der beiden HMGn in die Regression aufgenommen, andernfalls nicht.

---

<sup>209</sup> Vgl. hierzu auch das Vorgehen von Schulte (2010).

### Statistische Signifikanz

Nicht signifikante Schätzer sollten aus der Regression ausgeschlossen werden, da sie mit hoher Wahrscheinlichkeit keinen Beitrag zur Erklärung der abhängigen Variablen leisten. In der vorliegenden Arbeit wurde als Signifikanzniveau ein Niveau von 0,001 angesetzt. Dieser Wert wurde gewählt, da das Bundesversicherungsamt bislang dieses Niveau für seine Berechnungen verwendet und Regressionskoeffizienten mit  $p \geq 0,001$  auf Null setzt.<sup>210</sup>

Die Übernahme der BVA-Vorgabe hat den Vorteil, dass ein einheitliches Signifikanzniveau für die HMGn und die Interaktionsterme angewendet wird. Außerdem reduziert sich die Zahl der am Schluss im Regressionsmodell enthaltenen Interaktionsterme (gegenüber einem Niveau von bspw. 1%) deutlich, wodurch die Handhabung und Interpretation des Modells erleichtert wird, während sich die Erklärungskraft nicht deutlich verschlechtert (wie Berechnungen im Rahmen dieser Arbeit mit einem Signifikanzniveau von 1% ergeben haben).

### Augenscheinvalidität und klinische Plausibilität

Ein sehr wichtiger Punkt ist, dass die gewählten Interaktionen medizinisch plausibel sein sollen. D. h. sie müssen auch einer Überprüfung ihrer Sinnhaftigkeit auf der medizinischen Ebene standhalten können. Dies ist notwendig, damit nicht Scheinkorrelationen zur Aufnahme von Interaktionstermen führen. In der vorliegenden Arbeit konnte diese Analyse der Interaktionsterme allerdings nicht vorgenommen werden. Es handelt sich um eine rein empirische Arbeit. Eine medizinische Evaluation der Interaktionsterme bleibt zukünftigen Untersuchungen durch Mediziner vorbehalten.

### Anwendung der Auswahlkriterien

Sowohl auf die Krankheitsinteraktionen als auch auf die Erwerbsminderungs- und Altersinteraktionen wurden alle genannten Auswahlkriterien angewendet. Bei den Geschlechtsinteraktionen hingegen erschien dies nicht durchgehend sinnvoll.

Für die Geschlechtsinteraktionen wurde von dem Häufigkeitskriterium abgewi-

---

<sup>210</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2008a), S. 5 sowie Bundesversicherungsamt (2009b), S. 8 und Bundesversicherungsamt (2010b), S. 13.

chen: Da HMG035 (Hämophilie mit Dauermedikation) und HMG174 (Transplantation von Lunge, Graft-versus-host-Krankheit, Registrierung zur Organtransplantation sonstige Organe) insgesamt jeweils seltener als 200-mal in den Daten dokumentiert sind, *muss* mindestens ein Geschlecht seltener als 100-mal vertreten sein. Daher erschien es an dieser Stelle angebracht, das Kriterium der Häufigkeit nicht anzuwenden, weshalb die Interaktionsterme zwischen Geschlecht und diesen beiden HMGn (trotz Nichterfüllung des Häufigkeitskriteriums) in die Modelle aufgenommen wurden.

## 5.4. Schätzung

### 5.4.1. Schätzverfahren

Die eigentliche Schätzung des Modells wurde analog zum Vorgehen des Bundesversicherungsamtes durchgeführt (vgl. Abschnitt 3.4): Die Regressionskoeffizienten wurden über eine multiple lineare Weighted Least Squares (WLS) Regression ohne Konstante geschätzt.<sup>211</sup> Zu erklärende Variable waren die annualisierten Leistungsausgaben des Folgejahres, erklärende Variablen waren die Risikomerkmale (AGGn, EMGn, HMGn und die Interaktionsterme). Die Gewichte für die Regression ergaben sich als Quotient der Anzahl der Versichertentage im Berichtsjahr und der Anzahl der Kalendertage im Berichtsjahr. Ash et al. haben dieses Konzept etabliert und gezeigt, dass diese gewichtete annualisierte Regression unverzerzte Mittelwerte generiert.<sup>212</sup> Von Versicherten, die im Berichtsjahr verstorben sind, wurden die Leistungsausgaben allerdings nicht annualisiert und sie erhielten (obwohl sie nicht das ganze Jahr versichert waren) immer ein Regressionsgewicht von eins.<sup>213</sup>

Die Koeffizienten, die sich aus der Regression ergeben, sind die Zuschläge für die einzelnen in das Modell einfließenden erklärenden Variablen. Auf Grund der Art der Berücksichtigung von Verstorbenen im Verfahren ist die Schätzung al-

---

<sup>211</sup> OLS- bzw. WLS-Schätzungen sind die gängigen Methoden im Rahmen der Risikoadjustierung (vgl. Ellis (2007)). Es stehen allerdings eine Vielzahl anderer Methoden zur Verfügung, die teilweise deutliche Vorteile gegenüber OLS bzw. WLS aufweisen (vgl. Buntin & Zaslavsky (2004)). Um aber die Einsetzbarkeit der Methode im aktuellen Ausgleichsverfahren zu ermöglichen, wurde für die vorliegende Arbeit das vom BVA gewählte Verfahren der WLS-Schätzung gewählt.

<sup>212</sup> Vgl. Ash et al. (1989), S. 24 sowie Mookim (2008), S. 108.

<sup>213</sup> Vgl. hierzu die Ausführungen des Bundesversicherungsamtes (2009b), S. 8.

lerdings nicht summentreu, d. h. die vorhergesagten Leistungsausgaben decken nicht die tatsächlichen Leistungsausgaben. Daher wurden, bevor vergleichende Überlegungen zwischen den Modellen angestellt wurden, für die Modelle jeweils Korrekturfaktoren berechnet, mit denen die geschätzten Koeffizienten so adjustiert wurden, dass die vorhergesagten Leistungsausgaben den tatsächlichen genau entsprechen. Die Korrekturfaktoren ergeben sich als:

$$\text{Korrekturfaktor} = \frac{\text{tatsächliche Leistungsausgaben}}{\text{vorhergesagte Leistungsausgaben}} \quad (9)$$

Die eigentliche Adjustierung erfolgte durch Multiplikation der geschätzten Koeffizienten mit dem Korrekturfaktor.<sup>214</sup>

Die Zuweisungen des BVA erfolgen taggenau. Daher wurden die sich aus dem Regressionsmodell ergebenden korrigierten Schätzer durch die Anzahl der Tage des Jahres dividiert (für den vorliegenden Datensatz sind es 366 Tage, da das Jahr 2008 ein Schaltjahr war), so dass sich ein Zuschlag pro Tag ergab. Die Gesamtzuweisung ergab sich dann aus der Multiplikation der korrigierten Tageszuschläge mit der Anzahl der Versichertentage, die für die jeweilige Zuschlagsgruppe dokumentiert sind.

In die Regression wurden die Auslands-Alters-Geschlechts-Gruppen nicht aufgenommen. Auch die Krankengeldgruppen und die Kostenerstattergruppen (vgl. Abschnitt 3.3.5) wurden in der vorliegenden Arbeit nicht weiter betrachtet, da sie für die Bildung von Interaktionstermen nicht geeignet sind und teilweise auch erst nach Festlegung des methodischen Vorgehens rückwirkend in das Verfahren aufgenommen wurden.<sup>215</sup>

---

<sup>214</sup> Das BVA verwendet noch weitere Korrekturfaktoren, durch deren Anwendung die Zuweisungen aus dem Modell (die ja lediglich auf Basis einer Stichprobe berechnet wurden) auf die Gesamtleistungsausgaben der GKV adjustiert werden. Da es in der vorliegenden Arbeit nicht auf die absolute Höhe der Koeffizienten, sondern vielmehr auf die Veränderung der Zuschläge in den Interaktionsmodellen im Vergleich untereinander und zum Status Quo Modell sowie auf die Veränderung der Prognosegüte der Modelle ankommt, werden diese Adjustierungen an dieser Stelle nicht vorgenommen. Eine multiplikative Anwendung von Korrekturfaktoren verändert das Verhältnis der Koeffizienten zueinander nicht. Aus diesem Grund entsprechen die hier verwendeten Koeffizientenschätzer des Status Quo Modells nicht den vom BVA veröffentlichten Zuschlägen.

<sup>215</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2010d).

### 5.4.2. Multikollinearität

Durch die Aufnahme von Interaktionstermen besteht eine erhöhte Gefahr, dass Multikollinearität zwischen den exogenen Variablen der Modelle besteht.<sup>216</sup> Multikollinearität an sich (solange sie nicht vollkommen ist) hat keinen Einfluss auf die blu-Eigenschaften (best, linear, unbiased)<sup>217</sup> der Schätzung. Deshalb ist es nicht zwingend notwendig, die Daten zu bereinigen, wenn allein die Prognose an sich Ziel der Regression ist.<sup>218</sup> Im Kontext des Morbi-RSA ist ein äußerst kritischer Punkt allerdings die Akzeptanz des Verfahrens durch die Betroffenen (Krankenkassen, Ärzte, Patienten etc.). Deshalb erscheint es notwendig, dass auch die einzelnen Regressionskoeffizienten an sich verlässlich geschätzt werden, damit sie sinnvoll interpretiert werden können und einer medizinischen Plausibilitätsprüfung unterzogen werden können. Dies ist nur möglich, wenn nicht allzu hohe Multikollinearität vorhanden ist. Liegt sie nämlich vor, dann korrelieren die Koeffizientenschätzer negativ miteinander, wenn die zu Grunde liegenden Variablen positiv miteinander korrelieren und umgekehrt. Außerdem erhält man sehr große Varianzen für die Schätzer.<sup>219</sup> Deshalb war es notwendig im Kontext der vorliegenden Arbeit eventuelle Multikollinearität in den Modellen zu bereinigen.

Als Maß zur Identifikation von Multikollinearität wurde der Varianzinflationsfaktor verwendet. Er ist definiert als:

$$VIF = \frac{1}{1 - R_i^2}, \quad (10)$$

wobei  $R_i^2$  der multiple Korrelationskoeffizient ist. Übersteigt der Varianzinflationsfaktor den Wert zehn, so kann von hoher Multikollinearität ausgegangen werden.<sup>220</sup> Für die vorliegende Arbeit wurde die Bereinigung der Multikollinearität durch Respezifizierung des Modells über den Ausschluss der betroffenen Interaktionsterme aus der Regression vorgenommen.<sup>221</sup>

<sup>216</sup> Vgl. Schneider (2007), S. 184 sowie Aiken & West (1991), S. 32 f.

<sup>217</sup> Vgl. Assenmacher (2002), S. 152.

<sup>218</sup> Vgl. Assenmacher (2002), S. 153 f. oder auch Cohen et al. (2003), S. 425.

<sup>219</sup> Vgl. Assenmacher (2002), S. 153 f. sowie Gujarati (2006), S. 376 f. und Cohen et al. (2003), S. 417 f.

<sup>220</sup> Vgl. Cohen et al. (2003), S. 423.

<sup>221</sup> Dies ist ein gängiges Vorgehen vgl. Assenmacher (2002), S. 155 sowie Wooldridge (2006), S. 104 f. und Cohen et al. (2003), S. 426.



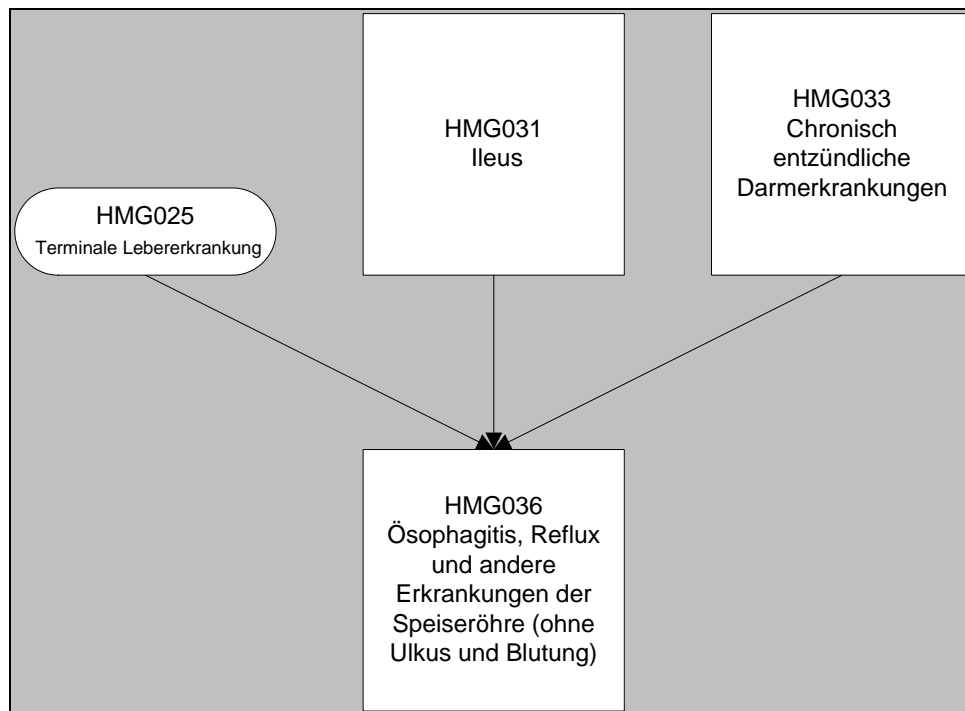
### 5.4.3. Schätzvorgehen

Alle Interaktionsterme, die die Kriterien Häufigkeit (mit den unter 5.3.4 beschriebenen Ausnahmen bei den Geschlechtsinteraktionen) und Relevanz erfüllten, wurden in die Regression aufgenommen. Es schloss sich ein iteratives Schätzverfahren an, in dem zuerst multikollineare Variablen und dann die insignifikanten Interaktionsterme ausgeschlossen wurden. Als letztes wurde auf Hierarchieverletzungen geprüft und ggfs. wurden die Koeffizienten, die zu Hierarchieverletzungen führten, gleichgesetzt (vgl. Abschnitt 3.4).

Bei den Erwerbsminderungs- und Krankheitsinteraktionen wurde hierbei analog zum Verfahren des BVA vorgegangen. Das heißt, es wurden die Hierarchien nur für die ursprünglichen HMGn getestet. Für die Interaktionen wurden Hierarchien nicht getestet. Da der Ansatz dieser Arbeit ein empirischer ist, konnte und sollte keine medizinische Einschätzung der Interaktionen vorgenommen werden. Diese wäre aber notwendig, um eine Sinnhaftigkeit der Hierarchien bei Interaktionen festzustellen. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen.

In der Hierarchie 6 (gastrointestinale Erkrankungen, vgl. Abbildung 10) dominiert HMG031 (Ileus) HMG036 (Ösophagitis, Reflux und andere Erkrankungen der Speiseröhre (ohne Ulkus und Blutung)). Gäbe es nun beispielsweise einen Interaktionsterm zwischen HMG031 und HMG110 (Aspiration und näher bezeichnete bakterielle Pneumonien) und einen zwischen HMG036 und HMG110 (also HMG031HMG110 und HMG036HMG110), so ist nicht per se auszuschließen, dass die Kombination von HMG110 mit der in der Hierarchie niedriger stehenden HMG036 (HMG036HMG110) eine schwerwiegendere Erkrankung darstellt als die Kombination der in der Hierarchie höher stehenden HMG031 mit HMG110 (HMG031HMG110). Daher wäre es nicht sinnvoll, die Einhaltung der ursprünglichen Hierarchien auf die Krankheitsinteraktionsterme auszudehnen und zu prüfen. Dies gilt übertragen auch für die Erwerbsminderungsinteraktionen.

Alters- und Geschlechtsinteraktionen sind in dieser Hinsicht etwas anders zu bewerten, da jeder Versicherte genau einer Gruppe zugeordnet wird: die ursprünglichen Hierarchien haben hier Gültigkeit. Es müssen dann aber Hierarchieverletzungen nicht nur bei Männern, sondern auch bei Frauen (über die Interak-



**Abbildung 10:** Hierarchie 6: Gastrointestinale Erkrankungen  
Quelle: Bundesversicherungsamt (2009a), S. 148.

tionsterme) überprüft werden (entsprechend gilt dies für die Altersgruppen der Kinder, Erwachsenen und der über 65-jährigen). Daher wurde separat überprüft, ob die Schätzer sowohl für die Frauen als auch für die Männer (bzw. für die drei Altersgruppen) die hierarchischen Bedingungen erfüllten. War dies nicht der Fall, wurde erst der Interaktionsterm entfernt, lag dann immer noch eine Hierarchieverletzung vor, wurde diese (analog zu dem Vorgehen des BVA) durch Gleichsetzung der Koeffizienten in der Regression bereinigt.

Die beschriebenen Schritte wurden so lange durchgeführt, bis keine multikollinearen und keine insignifikanten Interaktionsterme mehr in der Regressionsgleichung enthalten waren und auch keine Hierarchieverletzungen mehr auftraten. Analog zum Vorgehen des Bundesversicherungsamtes wurden insignifikante HMGn – anders als insignifikante Interaktionsterme – nicht ausgeschlossen, sondern ihre Koeffizienten wurden erst ganz am Schluss auf Null gesetzt.

#### 5.4.4. Statistiksoftware

Die Schätzungen wurden in den Räumen des Bundesversicherungsamt auf den dortigen Computern durchgeführt. Es wurde die Software SAS Enterprise Guide®, die auch vom BVA eingesetzt wird, in der Version 4.0 bzw. 4.2 verwendet. Für die Schätzung des Status Quo Modells wurden die Skripte vom Bundesversicherungsamt zur Verfügung gestellt.

### 5.5. Gütemaße

Wenn man verschiedene Modelle miteinander vergleichen möchte, so braucht man Maßzahlen, an Hand derer entschieden werden kann, welches Modell das bessere Prognoseergebnis liefert. In der Literatur werden unterschiedliche Maße diskutiert und eingesetzt, um Vergleiche zu ziehen. Im Folgenden werden die in dieser Arbeit verwendeten Gütemaße vorgestellt.

#### 5.5.1. Das Bestimmtheitsmaß

Das BVA zieht für das Ausgleichsjahr 2010 für die Bewertung unterschiedlicher Modelle (vorwiegend) das Bestimmtheitsmaß heran:

„Das BVA hat als Zielgröße eine möglich[s]t hohe Prognosequalität zwischen tatsächlichen Gesamtkosten und tagesgenauen, erwarteten Ausgaben.“<sup>222</sup>

Das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  gibt an, wie hoch der Anteil an der Varianz der abhängigen Variablen ist, der durch das betrachtete Modell erklärt wird.<sup>223</sup> Das  $R^2$  gibt demnach den Anteil der Variation der Leistungsausgaben wieder, der durch das Risikoadjustierungsmodell erklärt wird.<sup>224</sup>

Die Formel für  $R^2$  lautet:<sup>225</sup>

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (LA_i - \hat{LA}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (LA_i - \bar{LA})^2} \quad (11)$$

<sup>222</sup> vgl. Bundesversicherungsamt (2008d), S. 14.

<sup>223</sup> Vgl. Greene (2003), S. 33.

<sup>224</sup> Vgl. Cumming et al. (2002).

<sup>225</sup> Vgl. Cumming et al. (2002).

mit:

- $LA_i$  tatsächliche Leistungsausgaben von Individuum  $i$ ,
- $\hat{LA}_i$  durch das Modell prognostizierte Leistungsausgaben von Individuum  $i$ ,
- $\bar{LA}$  durchschnittliche Leistungsausgaben über alle Versicherten,
- $N$  Gesamtzahl aller Versicherten in der Stichprobe.

$R^2$  kann Werte zwischen Null und eins annehmen. Ein Wert von Null besagt dabei, dass das Modell überhaupt nicht zur Erklärung der Variation der Ausgabenunterschiede beiträgt. Ein Wert von eins bedeutet, dass das Modell sämtliche Ausgabenunterschiede perfekt vorhersagt. Daher ist ein Modell umso besser, je höher das  $R^2$  ist.<sup>226</sup>

Ein großer Teil der Ausgabenunterschiede ist nicht vorhersagbar, da es viele akute Erkrankungen gibt, die rein zufällig auftreten, wie z. B. Verletzungen durch Unfälle oder ähnliches. Solche Einflüsse können in die Modelle nicht einbezogen werden, sie müssen es aber auch nicht. Durch den Risikostrukturausgleich soll Risikoselektion durch die Krankenkassen vermieden werden, daher ist es innerhalb dieses Kontextes ausreichend, wenn diejenigen Schwankungen erklärt werden, die im Rahmen einer Risikoselektion relevant sein können. Rein zufällige Schwankungen zählen nicht dazu, da sie auch von den Krankenkassen nicht vorhergesagt und damit nicht zu Zwecken der Risikoselektion verwendet werden können.<sup>227</sup> Sie stellen vielmehr die eigentliche Versicherungsaufgabe der Krankenkassen dar.

Einige Autoren gehen davon aus, dass der maximal erreichbare Wert des  $R^2$  für prospektive Modelle bei 20% liegt, dass also maximal 20% der Varianz von Gesundheitsausgaben *überhaupt erklärbar* sind.<sup>228</sup> Newhouse hingegen kommt zu dem Schluss, dass mindestens 20% und wahrscheinlich wesentlich mehr erreichbar seien.<sup>229</sup> Das Morbi-RSA Verfahren des BVA liegt mit dem erreichten  $R^2$ -Wert von 23,35% bereits über 20%. Dennoch haben die letzten Anpassungen jeweils zu einer Verbesserung der Güte der Anpassung geführt. Wie hoch der tatsächlich erklärbare Anteil der Varianz ist, ist nicht klar. Das Verfahren des Bundesversiche-

---

<sup>226</sup> Vgl. Greene (2003), S. 33.

<sup>227</sup> Vgl. Göpfarth (2004), S. 16.

<sup>228</sup> Vgl. van Vliet (1992), S. 443. sowie Beck (1997), S. 56.

<sup>229</sup> Vgl. Newhouse (1986a), S. 47 sowie Newhouse (1986b).

rungsamtes erreicht im internationalen Vergleich bereits ein sehr gutes Niveau.<sup>230</sup>

Das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  ist das Maß, das am häufigsten für den Vergleich zwischen Modellen verwendet wird. Es besitzt allerdings eine Eigenschaft, die es bei der Interpretation zu beachten gilt. So steigt das  $R^2$  allein durch die Hinzunahme weiterer erklärender Variablen in die Regressionsgleichung an, was auf die Freiheitsgrade der Regression zurückzuführen ist.<sup>231</sup> Somit wird bei einem Vergleich zweier Modelle, bei dem eines der Modelle eine Erweiterung des anderen Modells um eine oder mehrere erklärende Variablen ist, immer das Modell mit der größeren Zahl an erklärenden Variablen ein höheres  $R^2$  aufweisen.

Daher wurde das adjustierte (korrigierte bzw. bereinigte) Bestimmtheitsmaß (adjusted  $R^2$ ,  $\bar{R}^2$ ) entwickelt, das diese Schwäche nicht aufweist. Die Formel für das adjustierte Bestimmtheitsmaß lautet:<sup>232</sup>

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{N-1}{N-K} (1 - R^2) \quad (12)$$

mit:

$K$  Anzahl der erklärenden Variablen,

$N$  Gesamtzahl aller Versicherten in der Stichprobe.

Das adjustierte Bestimmtheitsmaß kann in Extremfällen bei Hinzunahme einer neuen erklärenden Variablen sogar sinken. Dies ist dann der Fall, wenn der Erklärungsbeitrag der neuen erklärenden Variablen so gering ist, dass er die Auswirkungen der Korrektur für die Freiheitsgrade nicht kompensieren kann.<sup>233</sup> Das  $\bar{R}^2$  eignet sich aus diesem Grund insbesondere zum Vergleich von Modellen, die eine unterschiedliche Anzahl an erklärenden Variablen aufweisen.

<sup>230</sup> Die Niederlande erreichen bspw. in ihrem Ausgleichsverfahren, das dem deutschen in vielerlei Hinsicht ähnelt, für das Ausgleichsjahr 2011 ein  $R^2$  von 19,2% (vgl. van Vliet et al. (2010), S. 46).

<sup>231</sup> Vgl. Assenmacher (2002), S. 124.

<sup>232</sup> Vgl. Assenmacher (2002), S. 124.

<sup>233</sup> Vgl. Greene (2003), S. 35.

### 5.5.2. Cumming's Prediction Measure

Sowohl das Bestimmtheitsmaß, als auch das bereinigte Bestimmtheitsmaß unterliegen einer gewissen Beschränkung und werden deshalb teilweise kritisch betrachtet.<sup>234</sup> Sie basieren auf einer Quadrierung der Differenzen der tatsächlichen Leistungsausgaben vom Schätzwert bzw. vom Mittelwert. Dies führt dazu, dass sie besonders sensibel auf Vorhersagefehler bei Ausreißern reagieren; diese Ausreißer werden überproportional gewichtet. Daher können  $R^2$  und  $\bar{R}^2$  durch eine relativ kleine Zahl von Fällen mit sehr großen Vorhersagefehlern äußerst stark beeinflusst werden.<sup>235</sup>

Cumming und Cameron haben ein Maß (Cumming's Prediction Measure, CPM) entwickelt, das extreme Ausreißer weniger stark gewichtet als das traditionelle  $R^2$  und das  $\bar{R}^2$ , indem die Abweichungen mit ihrem absoluten Betrag und nicht quadriert in die Formel eingehen:<sup>236</sup>

$$CPM = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (|LA_i - \hat{LA}_i|)}{\sum_{i=1}^N (|LA_i - \bar{LA}|)}. \quad (13)$$

Nimmt CPM den Wert eins an, so liefert das Modell eine perfekte Schätzung. Hat das Modell keine Erklärungskraft, so nimmt CPM den Wert Null an.<sup>237</sup> Möchte man unterschiedliche Modelle miteinander vergleichen, so ist das Modell zu bevorzugen, dessen CPM am höchsten ist.<sup>238</sup>

### 5.5.3. Die Vorhersagerelation

Das Bestimmtheitsmaß gibt an, wie präzise die Leistungsausgaben für alle Individuen vorhergesagt werden. Je höher das  $\bar{R}^2$ , desto besser ist die Prädiktion insgesamt. Dabei können sich die Vorhersagen für bestimmte Gruppen von Versicherten allerdings auch verschlechtern (wenn sich die Vorhersage für andere

<sup>234</sup> Vgl. Beck (2011), S. 44 f. sowie Schäfer (2011).

<sup>235</sup> Vgl. Dunn et al. (1996). Bei der Überarbeitung des Morbi-RSA Verfahrens von 2010 auf 2011 wurde die Hierarchie 04 (metabolische Erkrankungen) neu geordnet. Über eine neue Schweregraddifferenzierung konnte eine Verbesserung des  $R^2$  in Höhe von 1,7550 Prozentpunkten erreicht werden. Dabei wurde für nur 29 Hochkostenfälle eine neue HMG gebildet (vgl. Bundesversicherungsamt (2010e), S. 42ff.).

<sup>236</sup> Vgl. Cumming et al. (2002) sowie IGES/Lauterbach/Wasem (2005), S. 178.

<sup>237</sup> In seltenen Fällen kann CPM auch negative Werte annehmen, da der Zähler den Nenner übersteigen kann (vgl. hierzu Schäfer (2011), S. 12).

<sup>238</sup> Vgl. Cumming et al. (2002).

Gruppen so stark verbessert, dass sie diese Verschlechterung überkompensiert). Ein Maß, das die Güte der Vorhersage für bestimmte Gruppen angibt, ist die Vorhersagerelation,  $VR$  (Predictive Ratio). Sie ist definiert als der Quotient aus den geschätzten und tatsächlichen Ausgaben eines (Teil-) Kollektivs. Die Formel lautet:<sup>239</sup>

$$VR = \frac{\sum_{j=1}^M \hat{L}A_j}{\sum_{j=1}^M LA_j}, \quad (14)$$

wobei  $j$  der Laufindex für die (Teil-) Gruppe und  $M$  die Gesamtzahl der Versicherten in dieser Gruppe ist. Hat die Vorhersagerelation einen Wert größer als eins, so überschätzt das Modell die Leistungsausgaben für diese Gruppe. Ist die Vorhersagerelation kleiner als eins, so sagt das Modell für die betrachtete Gruppe geringere als die tatsächlichen Leistungsausgaben vorher. Die besten Modelle haben für eine breite Auswahl an Gruppen Vorhersagerelationen nahe bei eins.<sup>240</sup> Die Vorhersagerelation über alle Versicherten muss eins betragen, da durch den Korrekturfaktor Summentreue des Modells erreicht wird (vgl. Abschnitt 5.4.1).

Die zu betrachtenden Gruppen können unterschiedlich definiert werden: Sie können zufällig oder nach bestimmten Kriterien gebildet werden. So könnte bspw. die Gruppe der Diabetiker ganz besonders interessant sein und somit die Vorhersagerelation für die Diabetiker berechnet werden, um herauszufinden, wie gut das Modell die Leistungsausgaben dieser Versichertengruppe prognostiziert.

Für die vorliegende Arbeit wurden die Versicherten nach folgenden Kriterien zu Gruppen für die Berechnung der Vorhersagerelationen zusammengefasst:

1. nach den Quintilen der Leistungsausgaben,
2. nach der Anzahl der HMGn, die ihnen zugewiesen werden,
3. nach den Interaktionsvariablen, die für sie dokumentiert sind.

Zu 1.

In den Gruppen, die auf Basis der Quintile der Leistungsausgaben der Versicherten gebildet wurden, wurden die Vorhersagerelationen für die 20% Versicherten

<sup>239</sup> Vgl. Ash et al. (1989) sowie IGES/Lauterbach/Wasem (2005), S. 178.

<sup>240</sup> Vgl. Ash et al. (1989).

mit den niedrigsten bis hin zu den 20% Versicherten mit den höchsten Ausgaben berechnet.

Zu 2.

Da das Ziel ist, die Prognosegüte insbesondere für multimorbide Personen zu verbessern, wurden die Vorhersagerelationen für Versicherte nach der Anzahl der HMGn, die sie zugewiesen bekamen, berechnet. Es wurden die Werte für Versicherte ohne HMG, mit einer, zwei, drei, vier und mehr HMGn berechnet.

Zu 3.

Insbesondere von Interesse ist natürlich auch die Vorhersagegüte der Modelle in Bezug auf die aufgenommenen Interaktionsvariablen, daher wurden zusätzlich die Vorhersagerelationen für die Versicherten berechnet, die die in den Modellen verbliebenen Interaktionsterme aufweisen. Demgegenüber gestellt wurden teilweise die Vorhersagerelationen von den Versicherten, die genau nicht von diesen Interaktionen betroffen sind, um eventuell durch die Interaktionen hervorgerufene Verschlechterungen bei diesen Versicherten aufdecken zu können.

Bei den Krankheitsinteraktionen (HMGHMG-Interaktionen der Modelle 4 und 5) wurden dementsprechend die Vorhersagerelationen zum einen für die vom Interaktionsterm betroffenen Versicherten berechnet. Zum anderen wurden die Vorhersagerelationen für die Versicherten der beiden der Interaktion zu Grunde liegenden HMG berechnet, um aufzeigen zu können, ob sich für die *nicht* vom Interaktionsterm betroffenen Versicherten eine Verbesserung oder eine Verschlechterung der Schätzung ergab. Dabei war darauf zu achten, dass die Versicherten, die genau vom Interaktionsterm betroffen sind, und die somit eigentlich bei einer Berechnung der Vorhersagerelation für jede einzelne HMG einzubeziehen wären, genau nicht in die Analyse einbezogen wurden, da sonst die Auswirkungen auf die Versicherten, die nicht an beiden Krankheiten leiden, verfälscht worden wären.



## 6. Datensatzbeschreibung

Die im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Methode wurde auf einer Stichprobe der Daten einer großen überregional tätigen Krankenkasse entwickelt, die dem Lehrstuhl für Medizinmanagement zu Forschungszwecken zur Verfügung gestellt wurde. Für die Gruppierung dieser Daten wurde der riskKV-Grouper (Version 2.1) verwendet. Die eigentlichen Auswertungen und die im weiteren Verlauf der Arbeit präsentierten Berechnungen konnten auf der Stichprobe der GKV durchgeführt werden, die dem Bundesversicherungsamt (BVA) für die Weiterentwicklung des morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleichs (Morbi-RSA) nach § 30 RSAV von den Krankenkassen übermittelt wird (der Aufbau dieses Datensatzes ist in Abschnitt 3.1.4 bereits beschrieben worden). Die Stichprobe umfasst 6,8% der GKV-Versicherten.

Für die vorliegende Arbeit wurden die Daten für das Abschlagsverfahren des Jahres 2010 verwendet (vgl. Abschnitt 3.4), d. h. die Versicherten wurden an Hand ihrer Morbiditätsinformationen aus den Satzarten 100, 400, 500 und 600 des Jahres 2007 und auf Grundlage ihrer Versichertenstammdaten und Leistungsausgaben aus den Satzarten 100 und 700 des Jahres 2008 klassifiziert.

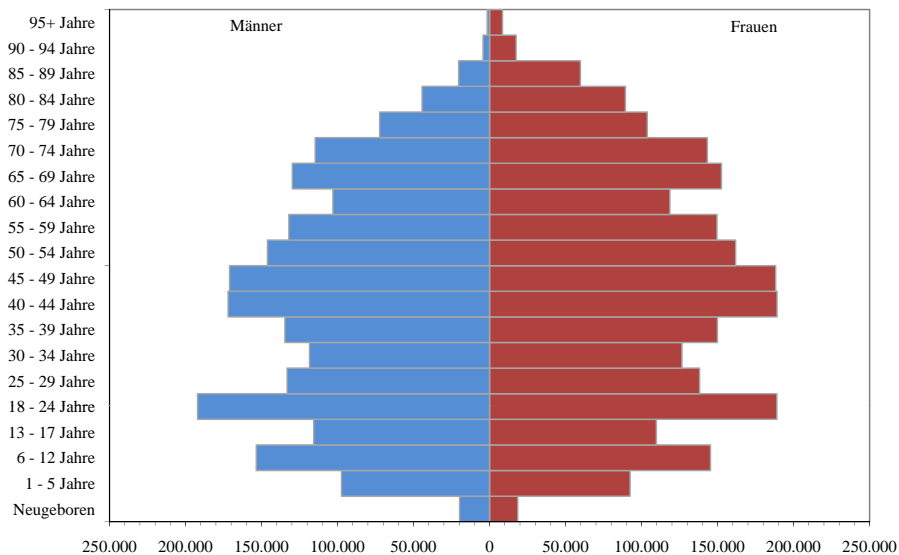
Die Schritte der Datenplausibilisierung (vgl. Abschnitt 3.1.5) waren bereits vom Bundesversicherungsamt durchgeführt worden und der pseudonymisierte Datensatz konnte direkt in seiner bereinigten Form verwendet werden. Die Datenplausibilisierung war demnach nicht Teil dieser Arbeit und wird hier nicht dokumentiert. Der bereinigte Datensatz umfasst die Daten von 4.428.698 Versicherten, darunter 2.352.152 Frauen (53,11%) und 2.076.546 Männer (46,89%).

Eine grafische Darstellung der Verteilung auf die im Morbi-RSA verwendeten Alters- und Geschlechtsgruppen ist Abbildung 11<sup>241</sup> zu entnehmen, die genauen Zahlen sind in Tabelle 4 enthalten. Auch nach der Bereinigung entspricht die geschlechtsspezifische Altersverteilung der Stichprobe sehr genau der Verteilung in der gesetzlichen Krankenversicherung, wie Abbildungen 12 und 13 deutlich

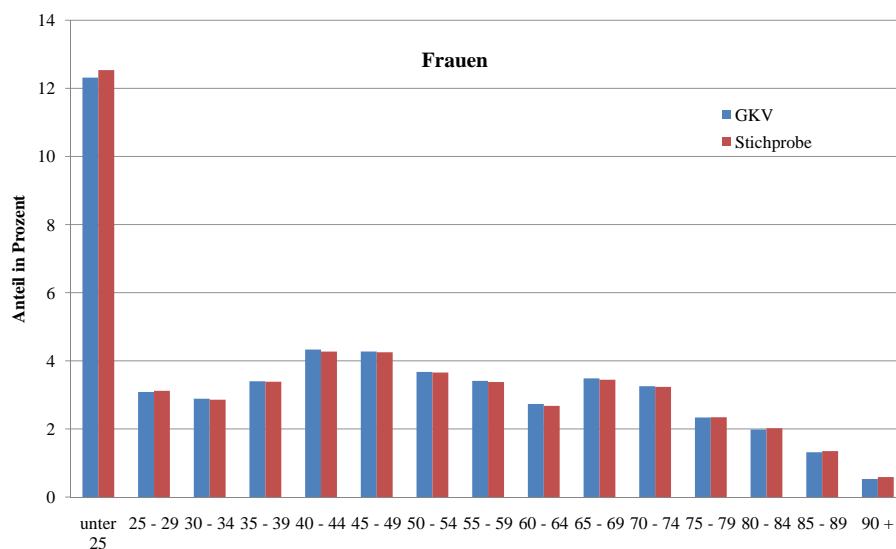
---

<sup>241</sup> Sind Abbildungen in Anlehnung an eine andere Quelle entstanden oder vollständig übernommen worden, so ist dies kenntlich gemacht. Alle Abbildungen dieser Arbeit, die keine Quellenangabe enthalten, sind eigenständig erstellt worden.

machen. Größere Differenzen sind nicht auszumachen; die Repräsentativität auch des bereinigten Datensatzes hinsichtlich Alter und Geschlecht ist gewährleistet.



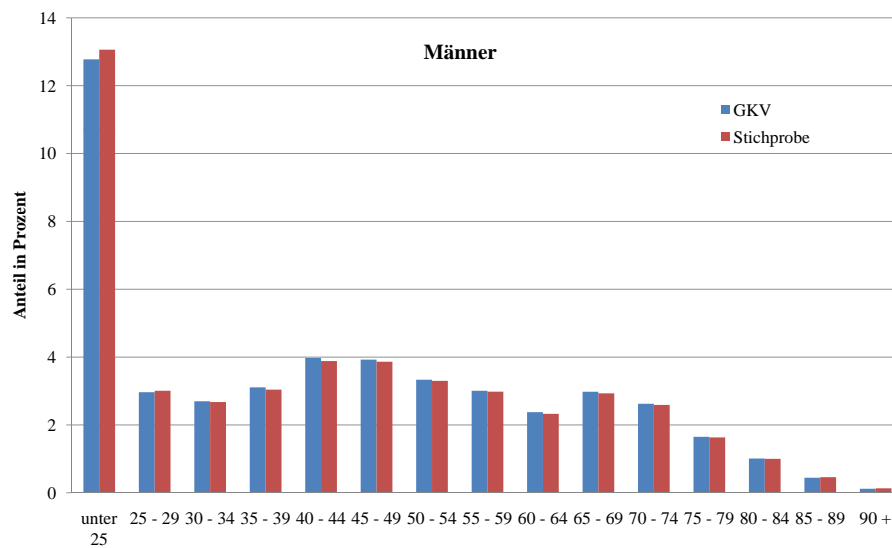
**Abbildung 11:** Alters- und Geschlechtsverteilung in der bereinigten Stichprobe



**Abbildung 12:** Vergleich der Altersverteilung der Frauen der bereinigten Stichprobe mit der Verteilung in der GKV  
 Quelle: Bundesministerium für Gesundheit (2008) und eigene Berechnungen

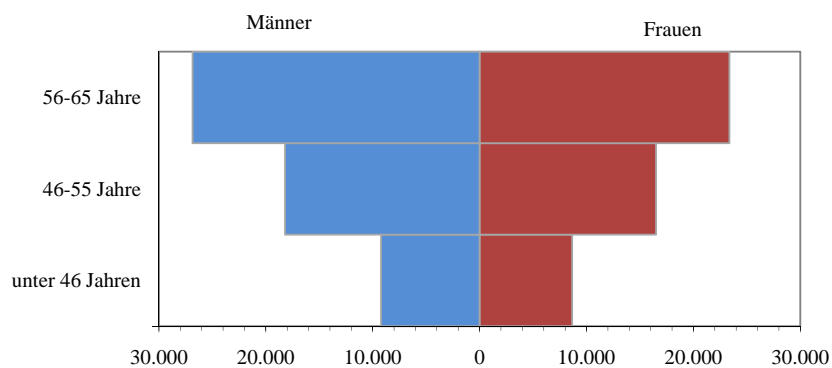
**Tabelle 4:** Alters- und Geschlechtsverteilung in der bereinigten Stichprobe

Altersgruppe	Frauen (%)	Männer (%)	Gesamtzahl (in %)
Neugeboren	18.608 (0,42%)	19.754 (0,45%)	38.362 (0,87%)
1 - 5 Jahre	92.475 (2,09%)	97.427 (2,20%)	189.902 (4,29%)
6 - 12 Jahre	145.323 (3,28%)	153.477 (3,47%)	298.800 (6,75%)
13 - 17 Jahre	109.735 (2,48%)	115.691 (2,61%)	225.426 (5,09%)
18 - 24 Jahre	188.995 (4,27%)	192.093 (4,34%)	381.088 (8,61%)
25 - 29 Jahre	138.156 (3,12%)	133.207 (3,01%)	271.363 (6,13%)
30 - 34 Jahre	126.553 (2,86%)	118.485 (2,68%)	245.038 (5,53%)
35 - 39 Jahre	149.942 (3,39%)	134.667 (3,04%)	284.609 (6,43%)
40 - 44 Jahre	189.143 (4,27%)	172.028 (3,88%)	361.171 (8,16%)
45 - 49 Jahre	188.231 (4,25%)	171.066 (3,86%)	359.297 (8,11%)
50 - 54 Jahre	161.907 (3,66%)	146.152 (3,30%)	308.059 (6,96%)
55 - 59 Jahre	149.620 (3,38%)	132.040 (2,98%)	281.660 (6,36%)
60 - 64 Jahre	118.619 (2,68%)	103.087 (2,33%)	221.706 (5,01%)
65 - 69 Jahre	152.553 (3,44%)	129.790 (2,93%)	282.343 (6,38%)
70 - 74 Jahre	143.283 (3,24%)	114.707 (2,59%)	257.990 (5,83%)
75 - 79 Jahre	103.765 (2,34%)	72.292 (1,63%)	176.057 (3,98%)
80 - 84 Jahre	89.419 (2,02%)	44.406 (1,00%)	133.825 (3,02%)
85 - 89 Jahre	59.778 (1,35%)	20.349 (0,46%)	80.127 (1,81%)
90 - 94 Jahre	17.517 (0,40%)	4.282 (0,10%)	21.799 (0,49%)
95+ Jahre	8.530 (0,19%)	1.546 (0,03%)	10.076 (0,23%)
Summe	2.352.152 (53,11%)	2.076.546 (46,89%)	4.428.698 (100,00%)



**Abbildung 13:** Vergleich der Altersverteilung der Männer der bereinigten Stichprobe mit der Verteilung in der GKV  
 Quelle: Bundesministerium für Gesundheit (2008) und eigene Berechnungen

Die Alters- und Geschlechtsverteilung der Erwerbsminderungsrentner (EM-Rentner) wird in Abbildung 14 grafisch wiedergegeben, die Daten sind in Tabelle 5 enthalten. Abbildung 15 zeigt, dass auch die geschlechtsspezifische Altersverteilung der EM-Rentner in der Stichprobe repräsentativ ist.

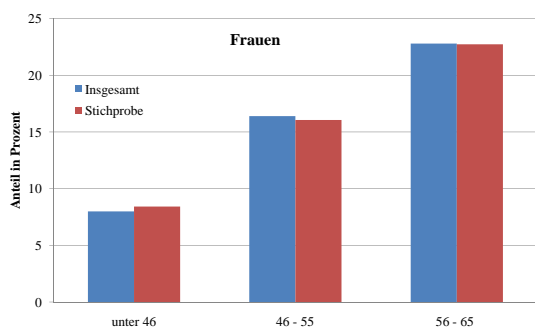


**Abbildung 14:** Alters- und Geschlechtsverteilung der EM-Rentner in der bereinigten Stichprobe

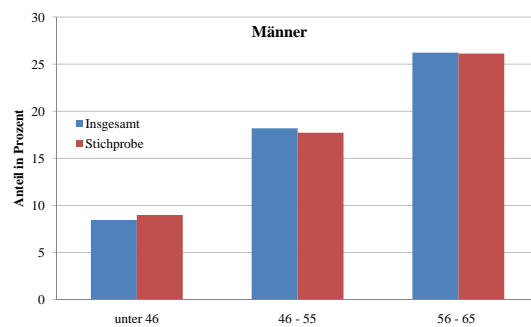
Die Gesamtleistungsausgaben betragen in der Stichprobe 7.841.741.961 Euro. Insgesamt sind im Jahr 2008 146,87 Mrd. Euro an Leistungsausgaben in der GKV

**Tabelle 5:** Alters- und Geschlechtsverteilung der EM-Rentner in der bereinigten Stichprobe

Altersgruppe	Frauen (%)	Männer (%)	Gesamtzahl (%)
unter 46 Jahren	8.660 (0,08%)	9.218 (0,09%)	17.878 (0,17%)
46-55 Jahre	16.507 (0,16%)	18.208 (0,18%)	34.715 (0,34%)
56-65 Jahre	23.372 (0,23%)	26.856 (0,26%)	50.228 (0,49%)
Summe	48.539 (0,47%)	54.282 (0,53%)	102.821 (1,00%)



(a) Vergleich Altersverteilung EM-Rentner (Frauen)



(b) Vergleich Altersverteilung EM-Rentner (Männer)

**Abbildung 15:** Vergleich der Altersverteilung der EM-Rentner der bereinigten Stichprobe mit der Gesamtverteilung

Quelle: Deutsche Rentenversicherung (2008) und eigene Berechnungen

angefallen.<sup>242</sup> In den Daten sind 358.746 Versicherte ohne jegliche Leistungsausgaben bzw. mit negativen Leistungsausgaben (durch Rückerstattungen oder ähnliches) enthalten. Für die 4.069.952 Versicherten mit positiven Leistungsausgaben werden die Grenzen der Quintile der Leistungsausgaben, die Summe der Leistungsausgaben je Quintil sowie der Anteil der Leistungsausgaben je Quintil an den Gesamtleistungsausgaben in Tabelle 6 wiedergegeben. Die Versicherten in den unteren drei Quintilen verursachen gemeinsam nur 7,88% der Gesamtleistungsausgaben. Die 20% Versicherten mit den höchsten Leistungsausgaben sind hingegen für nahezu 80% der Leistungsausgaben verantwortlich. Dies spiegelt die typische stark rechtsschiefe Verteilung der Ausgaben für Gesundheitsleistungen wider.

**Tabelle 6:** Grenzen und Summe der Leistungsausgaben (LA) je Ausgabenquintil, in Euro, Versicherte ohne bzw. mit negativen Leistungsausgaben sind nicht berücksichtigt.

Quintil	untere Grenze	obere Grenze	Summe LA	LA (in %)
1	0,01	129,25	53.314.339	0,68
2	129,26	316,95	174.665.761	2,23
3	316,96	698,19	389.722.037	4,97
4	698,20	2.021,79	971.566.347	12,39
5	2.021,80	997.701,76	6.252.906.563	79,73

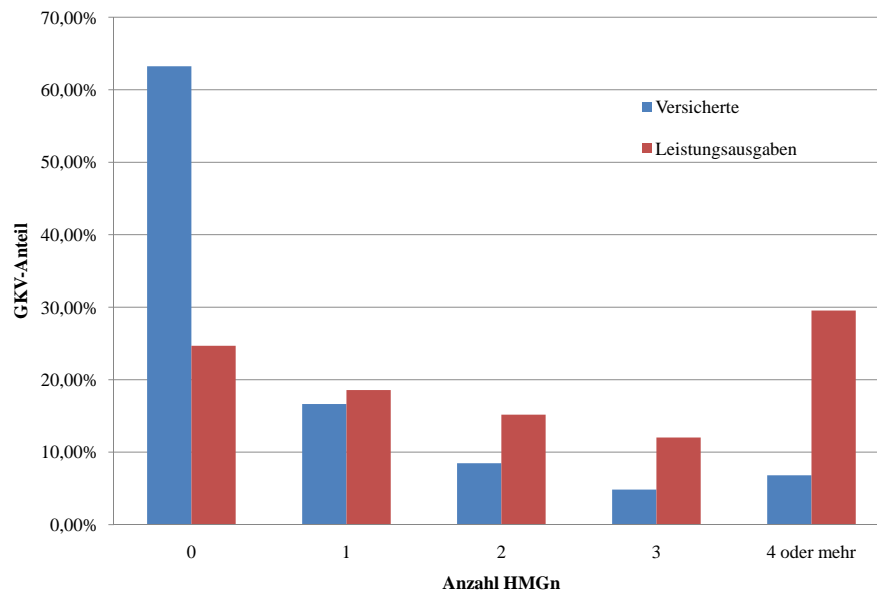
2.800.720 Versicherte haben keine hierarchisierte Morbiditätsgruppe (HMG) zugewiesen bekommen. 736.729 haben lediglich eine HMG erhalten. Zwei und mehr HMGn wurden 891.249 Versicherten zugeteilt. Abbildung 16 stellt den Anteil der Versicherten nach Anzahl der HMGn und den Anteil an den Leistungsausgaben, die sie verursachten, grafisch dar. Tabelle 7 gibt die maximalen und durchschnittlichen Leistungsausgaben (hier sind die Versicherten ohne bzw. mit negativen Leistungsausgaben mitberücksichtigt) nach der Anzahl der zugewiesenen HMGn wieder. Die 891.249 Versicherten (das sind gut 20% der Versicherten) mit zwei oder mehr HMGn verursachen 57% der Gesamtleistungsausgaben.

<sup>242</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2010c).

**Tabelle 7:** Leistungsausgaben nach der Anzahl der HMGn, in Euro, Versicherte ohne bzw. mit negativen Leistungsausgaben sind enthalten.

Anzahl HMGn	max. LA	Ø LA	LA Summe	LA (in %)	Anzahl Vers.	Anteil Vers. (in%)
0	379.108	691	1.934.466.651	0,25	2.800.720	63,24
1	744.628	1.978	1.456.901.524	0,19	736.729	16,64
2	917.788	3.173	1.190.917.936	0,15	375.387	8,48
3	582.129	4.402	943.289.905	0,12	214.263	4,84
4+	997.701	7.680	2.316.165.944	0,30	301.599	6,81

Da in dieser Arbeit insbesondere auch die Zweiweg-Interaktionen zwischen den HMGn betrachtet werden, sind genau diese Versicherten mit zwei oder mehr HMGn von den einzuführenden Krankheitsinteraktionen betroffen. Von den möglichen 6.126 Zweiweg-Interaktionen zwischen den 112 im Modell enthaltenen HMGn sind 5.768 tatsächlich dokumentiert, wobei 2.884 seltener als 100-mal auftreten.



**Abbildung 16:** Anteil der Versicherten nach Anzahl der HMGn

## 7. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Interaktionsmodelle präsentiert. Für das Status Quo Modell werden im weiteren Verlauf die allgemeinen Gütemaße erläutert und es wird jeweils der Vergleich zwischen den Interaktionsmodellen und dem Status Quo Modell gezogen. Daher wird auf eine explizite Darstellung der Ergebnisse des Status Quo Modells an dieser Stelle verzichtet und auf die Koeffizientenschätzer in Anhang A.1 verwiesen.<sup>243</sup>

Zunächst wird dargestellt, wie viele Variablen in die unter Abschnitt 5.3.3 beschriebenen Modelle eingegangen sind und wie viele wieder ausgeschlossen wurden. Es schließen sich die allgemeinen Gütemaße für die Modelle an, bevor die Ergebnisse der einzelnen Interaktionsmodelle im Detail erläutert werden.

### 7.1. Variablen je Modell

In diesem Abschnitt wird dargelegt, wie viele Variablen in die endgültigen Modelle eingegangen sind und wie viele Variablen aus welchen Gründen nicht aufgenommen bzw. wieder ausgeschlossen wurden. In jedem Modell enthalten waren die erklärenden Variablen des ursprünglichen BVA-Modells; diese wurden (vgl. Abschnitt 5.4) bis zum Schluss in den Modellen belassen. Bei Insignifikanz wurde die entsprechende Variable über eine Bedingung auf Null gesetzt, aber ansonsten im Modell belassen. Somit gingen immer 158 Variablen (40 AGGn + 6 EMGn + 112 HMGn) und zusätzlich die jeweiligen Interaktionsvariablen in die Modelle ein.

#### 7.1.1. Modell 1: Altersinteraktionen

Modell 1 berücksichtigt die Interaktionen zwischen den Altersgruppen (AG1: Kinder bis zwölf Jahre, AG2: 13 bis 65-jährige, AG3: über 65-jährige) und den HMGn (vgl. hierzu Abschnitt 5.3.2). Die zweite Altersgruppe (AG2) wurde als Referenzgruppe gewählt; die Interaktionsterme zwischen dieser Altersgruppe und den

---

<sup>243</sup> Auf die berechneten Koeffizientenschätzer des Status Quo Modells wurden nicht alle Anpassungs- und Korrekturfaktoren angewendet, die das Bundesversicherungsamt für die Festlegung der Zuweisungen zu den Krankenkassen verwendet. Daher weichen sie von den vom BVA veröffentlichten Koeffizientenschätzern ab.



HMGn wurden daher nicht in das Modell aufgenommen. Es sind 68 Interaktionsterme seltener als 100-mal besetzt und bei 36 Interaktionstermen beträgt die Fehldeckung weniger als 20.000 Euro. Insgesamt wurden 71 Interaktionsterme nicht in das Regressionsmodell aufgenommen. Es verblieben 153 Interaktionsterme, die aufgenommen wurden.

Wegen eines Varianzinflationsfaktors größer zehn wurde eine Interaktionsvariable entfernt. Es waren 68 Interaktionsterme insignifikant und bei dreien waren die sich ergebenden Abschlüsse betragsmäßig größer als mindestens einer der Zuschläge der zu Grunde liegenden HMG; diese wurden aus der Regression entfernt. Sechs HMGn erhielten insignifikante Koeffizienten und zwei negative; sie wurden über Bedingungen in der Regression gleich Null gesetzt. Es traten sieben Hierarchieverletzungen auf, die über Bedingungen beseitigt wurden. Da die beiden letztgenannten Punkte zum Teil dieselben HMGn betrafen, mussten insgesamt nur zwölf Bedingungen eingeführt werden. Bei den Interaktionstermen traten weitere neun Hierarchieverletzungen auf, die durch Eliminierung der Interaktionen entfernt wurden. Somit verblieben am Ende 72 Interaktionsterme im Modell.

### 7.1.2. Modell 2: Geschlechtsinteraktionen

In das Modell 2 gehen die Interaktionen zwischen dem Geschlecht und den HMGn ein. Die Gruppe der Männer wurde als Referenzgruppe gewählt (vgl. Abschnitt 5.3.2). Von den möglichen 112 Geschlechtsinteraktionen sind drei redundant, da HMG043, HMG143 und HMG146 geschlechtsspezifisch sind. Das Kriterium der Häufigkeit wurde für HMG035 und HMG174 nicht angewendet, da die HMGn insgesamt weniger als 100mal im Datensatz dokumentiert sind (vgl. Abschnitt 5.3.4); alle anderen Interaktionsterme erfüllten das Kriterium. Zwölf Interaktionsterme wurden wegen einer zu geringen Fehldeckung nicht aufgenommen.

Von den 97 in die Regression aufgenommenen Interaktionstermen wurde einer wegen eines Varianzinflationsfaktors größer zehn aus dem Modell genommen. 54 Interaktionen waren insignifikant und wurden entfernt. Bei einem Interaktionsterm war der resultierende Abschlag größer als der Zuschlag der zu Grunde liegenden HMG. Durch einen Interaktionsterm kam es zu einer Hierarchieverletzung, deshalb wurde der Term aus dem Modell genommen. Es verblieben somit 40 In-

teraktionsterme im endgültigen Modell. Für drei insignifikante HMGn und fünf Hierarchieverletzungen bei den HMGn wurden Bedingungen eingeführt.

### **7.1.3. Modell 3: Erwerbsminderungsinteraktionen**

Die Interaktionen zwischen dem Erwerbsminderungsstatus und den HMGn wurden in Modell 3 aufgenommen. 26 der Erwerbsminderungsinteraktionen weisen eine Fehldeckung kleiner 20.000 Euro auf. Zehn Interaktionen sind seltener als 100-mal im Datensatz vorhanden. Insgesamt gingen 83 Interaktionsterme in die Regression ein. Für keine der Variablen war der Varianzinflationsfaktor größer zehn. 35 Interaktionen waren insignifikant, bei vieren ergaben sich Abschlüsse, die höher als die Zuschläge der BasisHMGn sind; diese wurden aus dem Modell entfernt. Für zwei HMGn wurden Bedingungen wegen Insignifikanz, für drei wegen verletzter Hierarchien eingeführt. Es verblieben 44 Interaktionsterme im endgültigen Modell.

### **7.1.4. Modell 4: Krankheitsinteraktionen**

Insgesamt gibt es 6.216 Zweiweg-Kombination der HMGn. 3.332 davon sind seltener als 100-mal im Datensatz enthalten. Bei 5.945 Interaktionen beträgt die Fehldeckung weniger als 20.000 Euro. Nachdem diese Interaktionen ausgesondert wurden, verblieben 254 Interaktionsterme, die zusätzlich zu den AGGn, EMGn und HMGn in das Regressionsmodell aufgenommen wurden.

Es ergab sich für keine der im Modell enthaltenen Variablen ein Varianzinflationsfaktor größer zehn. Daher musste keine Variable wegen Multikollinearität entfernt werden. Von den 254 enthaltenen Interaktionstermen waren 147 insignifikant und wurden aus dem Modell genommen. Bei 37 Interaktionstermen ergaben sich negative Koeffizientenschätzer, deren Beträge jeweils größer waren als mindestens einer der Koeffizientenschätzer der zu Grunde liegenden HMGn. Diese wurden daher ebenfalls aus dem Modell entfernt. Somit verblieben am Ende 70 Interaktionsterme im Modell.

Es lagen fünf Hierarchieverletzungen vor, die durch die Einführung von Bedingungen (Gleichsetzung der Schätzer für die betroffenen HMGn innerhalb der Hierarchie, so dass die schwerwiegendere HMG denselben Zuschlag erhält wie die weni-

**Tabelle 8:** Anzahl Interaktionsvariablen je Modell

Modell	1	2	3	4	5
Eingeschlossene Variablen	153	97	83	254	599
VIF > 10	1	1	0	0	5
insignifikante Interaktionen	68	54	35	147	360
Abschläge > Zuschläge	3	1	4	37	32
Hierarchieverletzungen bei Interaktionen	9	1	-	-	19
Interaktionsterme endgültig	72	40	44	70	183

ger schwerwiegende) beseitigt wurden. Für drei HMGn wurden die Koeffizienten Null gesetzt, da sie insignifikant waren.

#### 7.1.5. Modell 5: Gesamtmodell

In das Gesamtmodell 5 gehen alle 158 AGGn, EMGn und HMGn ein sowie die Interaktionsvariablen der Modelle 1, 2, 3 und 4, die die Kriterien zur Aufnahme erfüllen. Eine Interaktion wurde ausgeschlossen, weil sie eine Linearkombination anderer Variablen ist. Somit gingen 599 Variablen in das Modell ein. Fünf Interaktionen wiesen einen Varianzinflationsfaktor von mehr als zehn auf. 360 Interaktionsterme waren insignifikant, 32 erhalten Abschlüsse, die größer als die Zuschläge für mindestens eine der zu Grunde liegenden HMGn sind. 19 Interaktionsterme führten zu Hierarchieverletzungen und wurden entfernt. Es traten neun Hierarchieverletzungen bei den HMGn auf, die über Bedingungen gleichgesetzt und somit aufgelöst wurden. Drei HMGn erhielten insignifikante Schätzer und wurden auf Null gesetzt. Es verblieben im endgültigen Modell 183 Interaktionsvariablen.

Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Anzahl der eingeschlossenen und ausgeschlossenen Interaktionsvariablen für die unterschiedlichen Modelle.

**Tabelle 9:** (adj.)  $R^2$ -Werte,  $CPM$  und Anzahl der Variablen der Modelle

Modell	Anzahl Variablen	Anzahl Interaktionen	$R^2$ -Werte	adj. $R^2$ -Werte	$CPM$ -Werte
Status Quo	158		23,35%	23,34%	24,55%
1	230	72	23,68%	23,68%	24,65%
2	198	40	23,40%	23,39%	24,57%
3	202	44	23,47%	23,47%	24,58%
4	228	70	23,44%	23,44%	24,62%
5	341	183	23,88%	23,88%	24,77%

## 7.2. Allgemeine Gütemaße

### 7.2.1. Das Bestimmtheitsmaß

Als Maß für die Güte der unterschiedlichen Modelle wurde das (adjustierte) Bestimmtheitsmaß ( $R^2$  bzw.  $\bar{R}^2$ ) herangezogen (vgl. Abschnitt 5.5.1). Die Werte für die einzelnen Modelle sind Tabelle 9 zu entnehmen.

Auf Grund des großen Stichprobenumfangs weicht das adjustierte Bestimmtheitsmaß nur sehr geringfügig von dem nicht adjustierten Bestimmtheitsmaß ab. Es zeigt sich, dass alle Interaktionsmodelle eine signifikant bessere Schätzung gegenüber dem Status Quo Modell erbringen. Die geringste Verbesserung weist Modell 2 (Geschlechtsinteraktionen) auf mit einer Erhöhung des  $\bar{R}^2$ -Wertes um 0,05 Prozentpunkte. Das nächstbeste Modell ist Modell 4 (Krankheitsinteraktionen), das eine Verbesserung um 0,1 Prozentpunkte liefert. Modell 3 (Erwerbsminderungsinteraktionen) verbessert die Schätzung um 0,12 Prozentpunkte. Modell 1 (Altersinteraktionen) bringt eine etwas deutlichere Verbesserung um 0,34 Prozentpunkte.

Das Gesamtmodell 5 setzt sich mit Verbesserungen um 0,53 Prozentpunkte beim  $R^2$ -Wert und 0,54 Prozentpunkten beim  $\bar{R}^2$  am deutlichsten vom Status Quo Modell ab.

### 7.2.2. Cumming's Prediction Measure

Die Werte von Cumming's Prediction Measure (vgl. Abschnitt 5.5.2) für die einzelnen Modelle sind ebenfalls Tabelle 9 zu entnehmen. Alle Interaktionsmodelle führen zu einem besseren *CPM*-Wert als das Status Quo Modell (24,55%). Der Anstieg bei Modell 1 (auf 24,65%) ist im Vergleich zu den Modellen 2, 3 und 4 am deutlichsten. Den besten Wert erreicht Modell 5 mit 24,77%.

Bringt man die Modelle nach den Gütemaßen  $\bar{R}^2$  bzw. *CPM* in eine Rangfolge, so ergibt sich ein relativ ähnliches Bild: Das Status Quo Modell ist nach beiden Kriterien das schlechteste, gefolgt von Modell 2. Nach  $\bar{R}^2$  folgen dann Modelle 4 und 3, nach *CPM* ist die Reihenfolge bei diesen beiden Modellen genau umgekehrt. Das zweitbeste Modell ist nach beiden Maßzahlen Modell 1 und das beste ist Modell 5.

### 7.2.3. Vorhersagerelationen

Die Vorhersagerelationen (VR) wurden für unterschiedliche Gruppen von Versicherten ermittelt (vgl. hierzu auch Abschnitt 5.5.3):

- Für die Versicherten je Ausgabenquintil,
- für die Versicherten nach Anzahl der ihnen zugewiesenen HMGn und
- für die Versicherten, die von den Interaktionstermen betroffen sind.

Die Vorhersagerelationen je Ausgabenquintil und nach der Anzahl der zugewiesenen HMGn werden an dieser Stelle dargestellt. Die Vorhersagerelationen für die Versicherten mit Interaktionen werden in Abschnitt 7.3 bei den Ergebnissen der jeweiligen Modelle präsentiert.

#### Ausgabenquintile

Je näher die Vorhersagerelationen bei eins liegen, desto besser sagt ein Modell die Leistungsausgaben voraus. Tabelle 10 gibt die Vorhersagerelationen für die Ausgabenquintile wieder.

**Tabelle 10:** Vorhersagerelationen nach Ausgabenquintilen

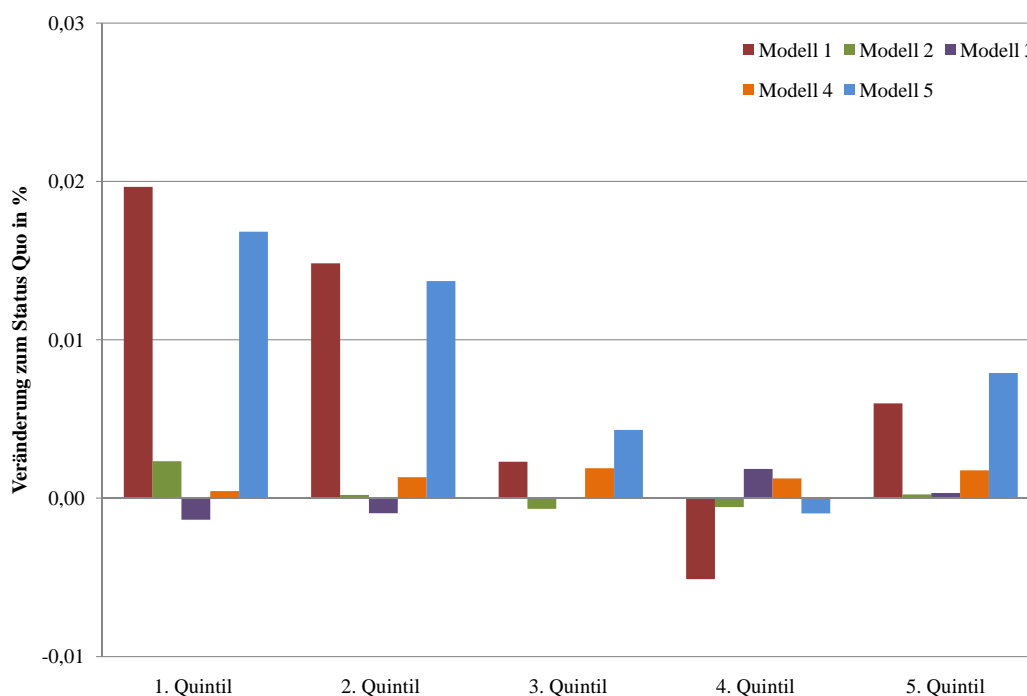
Modell	1. Quintil	2. Quintil	3. Quintil	4. Quintil	5. Quintil
Status Quo	11,0804	4,3992	2,8821	1,8440	0,5297
Modell 1	10,8628	4,3339	2,8755	1,8535	0,5329
Modell 2	11,0545	4,3982	2,8841	1,8451	0,5298
Modell 3	11,0954	4,4033	2,8822	1,8406	0,5299
Modell 4	11,0754	4,3933	2,8766	1,8417	0,5306
Modell 5	10,8939	4,3388	2,8697	1,8458	0,5339

In diese Betrachtung wurden nur diejenigen Versicherten aufgenommen, die tatsächlich Leistungsausgaben verursachten (dies waren 4.069.952 Versicherte). Versicherte ohne Leistungsausgaben bzw. Versicherte mit negativen Leistungsausgaben (bspw. durch Erstattungen), wurden nicht aufgenommen. Auch diese Versicherten erhalten zwar eine Zuweisung, da diesen aber keine Leistungsausgaben gegenüberstehen, würden sie die Vorhersagerelation verzerren. Deshalb wurden diese Versicherten aus der Betrachtung der Vorhersagerelationen nach Leistungsausgaben ausgenommen und es wurden für sie lediglich die Zuweisungen (s. u., Tabelle 11) betrachtet.

Für die ersten vier Quintile werden die Leistungsausgaben überschätzt, für das fünfte Quintil werden die Leistungsausgaben unterschätzt. Dabei fällt die Überschätzung für das erste Quintil, also für die 20% Versicherten mit den niedrigsten Leistungsausgaben (von den Versicherten, die überhaupt positive Leistungsausgaben verursacht haben) sehr massiv aus: Sie werden von allen Modellen auf ungefähr das elf-fache der tatsächlichen Leistungsausgaben geschätzt. Für das vierte Quintil werden die Ausgaben von den einzelnen Modellen immerhin noch auf das ungefähr 1,8-fache der tatsächlichen Leistungsausgaben geschätzt. Für das fünfte Quintil, also für die 20% teuersten Versicherten, werden die Ausgaben auf nur etwas über die Hälfte der tatsächlichen Leistungsausgaben geschätzt und damit deutlich unterschätzt.

Abbildung 17 stellt die Veränderungen der Vorhersagerelationen grafisch dar. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in dieser Grafik die Veränderungen durch die

Interaktionsmodelle im Vergleich zum Status Quo Modell in Prozent angegeben werden. Für die ersten vier Quintile, in denen durchweg die Leistungsausgaben überschätzt werden, wurden die Differenzen als  $PR_{StatusQuo} - PR_{Interaktionsmodell}$  gebildet, für das fünfte Quintil wurde hingegen  $PR_{Interaktionsmodell} - PR_{StatusQuo}$  gerechnet, so dass in der Grafik Verbesserungen in der Vorhersagerelation immer im positiven Bereich der y-Achse abgebildet werden und negative Veränderungen immer im negativen Bereich dargestellt werden.



**Abbildung 17:** Vorhersagerelationen nach Ausgabenquintilen

Die Veränderungen der Vorhersagerelationen zwischen den Modellen fallen sehr moderat aus. Keines der Modelle erreicht in allen Quintilen eine Verbesserung: Für mindestens ein Quintil ergibt sich bei jedem Modell ein schlechterer Wert als im Status Quo Modell. Modell 1 erreicht beispielsweise die höchsten Verbesserungen in den ersten beiden Quintilen, im dritten Quintil erreicht es die drittbeste Veränderung und im fünften Quintil die zweitbeste. Dafür weist es im vierten Quintil die bei weitem schlechteste Veränderung auf.

Insgesamt sind 358.746 Versicherte ohne oder mit negativen Leistungsausgaben in dem Datensatz enthalten. Für sie erhalten die Krankenkassen je nach Modell

**Tabelle 11:** Zuweisungen für Versicherte ohne bzw. mit negativen Leistungsausgaben

Modell	Zuweisungen
Status Quo	249.194.896
Modell 1	245.869.848
Modell 2	248.225.170
Modell 3	249.846.732
Modell 4	249.036.624
Modell 5	246.637.847

die in Tabelle 11 ausgewiesenen Zuweisungen. Bis auf Modell 3 sinken die Zuweisungen für diese Versicherten bei den Interaktionsmodellen im Vergleich zum Status Quo. Allerdings überschätzen auch die Interaktionsmodelle den tatsächlichen Leistungsbedarf weiterhin sehr erheblich.

### Anzahl HMGn

Die Vorhersagerelationen wurden für die Versicherten gruppiert nach der Anzahl der HMGn, die ihnen zugewiesen wurden, berechnet. Tabelle 12 enthält diese Werte. Die Vorhersagerelationen liegen alle relativ nah bei eins. Für Versicherte, die keine HMG zugewiesen bekamen, überschätzen die Modelle durchweg die tatsächlichen Ausgaben, wobei die Modelle 1, 2 und 5 eine Verbesserung im Vergleich zum Status Quo erreichen, wohingegen die anderen Modelle eine Verschlechterung ergeben.

Für Versicherte mit genau einer HMG unterschätzt das Status Quo Modell die tatsächlichen Leistungsausgaben geringfügig. Abgesehen von Modell 1 führen auch alle anderen Modelle zu einer Unterschätzung. Modell 1 überschätzt die Ausgaben und liegt mit einer Vorhersagerelation von 1,0085 weiter von Eins entfernt, als das Status Quo Modell mit einer Vorhersagerelation von 0,9966. Nur die Modelle 2 und 5 ergeben für diese Versicherten eine bessere Vorhersagerelation als das Status Quo Modell.



**Tabelle 12:** Vorhersagerelationen nach Anzahl der zugewiesenen HMGn je Versicherten

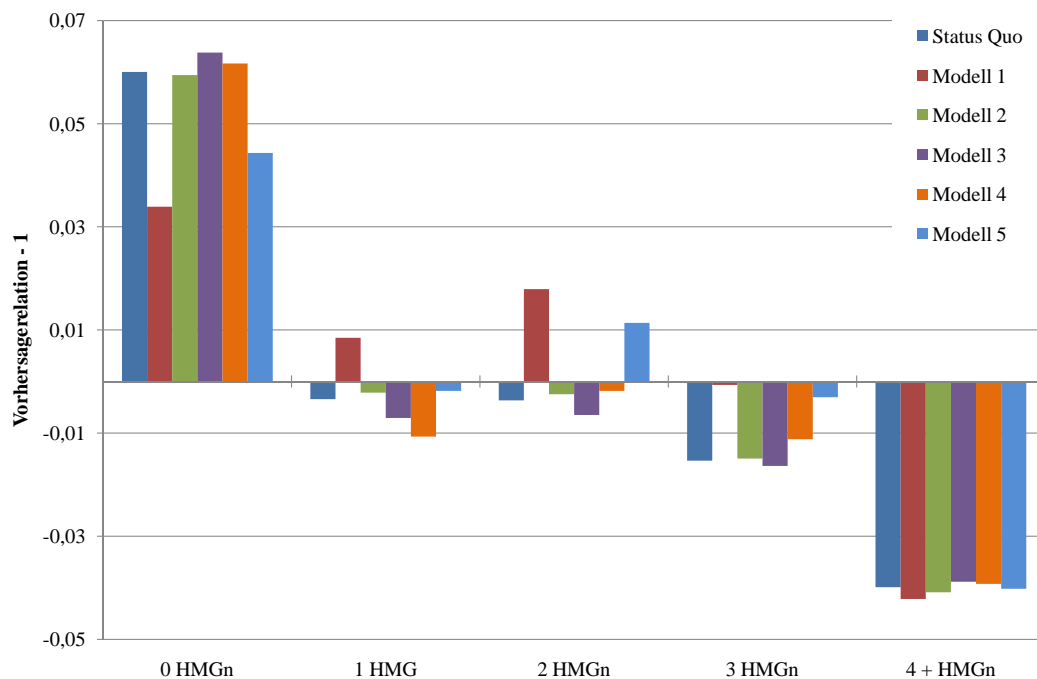
Modell	keine HMG	1 HMG	2 HMGn	3 HMGn	4+HMGn
Status Quo	1,0600	0,9966	0,9964	0,9847	0,9601
Modell 1	1,0339	1,0085	1,0179	0,9993	0,9578
Modell 2	1,0594	0,9979	0,9975	0,9851	0,9591
Modell 3	1,0638	0,9929	0,9935	0,9836	0,9612
Modell 4	1,0617	0,9893	0,9982	0,9888	0,9608
Modell 5	1,0443	0,9982	1,0114	0,9970	0,9598
Anzahl Versicherte	2.800.720	736.729	375.387	214.263	301.599

Für die Gruppe der Versicherten, die zwei HMGn aufweisen, unterschätzt das Status Quo Modell die tatsächlichen Leistungsausgaben, wie auch die Modelle 2, 3 und 4. Dabei liegen die Vorhersagerelationen der Modelle 2 und 4 näher an Eins als die Vorhersagerelation des Status Quo Modells. Modelle 1 und 5 überschätzen die Ausgaben.

Die Vorhersagerelationen für die beiden weiteren Gruppen (Versicherte mit genau drei bzw. mit vier oder mehr HMGn) zeigen bei allen Modellen Unterschätzungen der Leistungsausgaben. Dabei führen für die Versicherten mit drei HMGn alle Modelle außer Modell 3 zu Verbesserungen, wohingegen bei den Versicherten mit vier und mehr HMGn nur die Modelle 3 und 4 zu Verbesserungen führen. Abbildung 18 gibt eine grafische Übersicht.

### 7.3. Ergebnisse der einzelnen Modelle

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der unterschiedlichen Modelle im Vergleich zum Status Quo Modell und dort, wo sinnvolle Vergleiche gezogen werden können, auch im Vergleich zu anderen Interaktionsmodellen wiedergegeben. Dazu wurden die Koeffizientenschätzer auf die tatsächlichen Gesamtleistungsausgaben adjustiert und in Pro-Tag-Werte umgerechnet (vgl. Abschnitt 5.4.1 zu der Adjustierung und Umrechnung auf taggenaue Zuschläge). Der Vollständigkeit halber sind die Koeffizientenschätzer, wie die Modelle sie ergeben, im Anhang dokumentiert (vgl. Anhang A).



**Abbildung 18:** Vorhersagerelationen nach Anzahl HMGn

Je Modell werden im Vergleich zu den Ergebnissen des Status Quo Modells die Zuweisungen je Zuschlagsgruppe,<sup>244</sup> die taggenauen Zuschläge und die Vorhersagerelationen<sup>245</sup> für ausgewählte Gruppen von Versicherten präsentiert. Dabei werden die taggenauen Zuschläge und die Vorhersagerelationen direkt nebeneinander gestellt, da nur so ersichtlich wird, wie sich die Veränderung des Zuschlages auf die Prognosegüte auswirkt.

### 7.3.1. Modell 1: Altersinteraktionen

#### Zuweisungen je Zuschlagsgruppe

Die adjustierten Gesamtzuweisungen für die einzelnen Zuschlagsgruppen im Interaktionsmodell und im Status Quo Modell sind in Tabelle 13 enthalten. Es zeigt sich, dass Modell 1 knapp 24 Mio. Euro weniger über die EMGn verteilt als das

<sup>244</sup> Mit dem Begriff „Zuschlagsgruppe“ werden im Folgenden die Gruppen der in die Modelle eingehenden erklärenden Variablen, also AGGn, EMGn, HMGn und Interaktionsvariablen, bezeichnet.

<sup>245</sup> Meist dargestellt als Vorhersagerelation – 1, wodurch direkt deutlich wird, ob für die jeweilige Gruppe eine Überdeckung ( $VR > 0$ ) oder eine Unterdeckung ( $VR < 0$ ) vorliegt.

**Tabelle 13:** Zuweisungen je Zuschlagsgruppe, Modell 1 versus Status Quo

Zuschlagsgruppe	Status Quo	Modell 1	Differenz
AGG	3.825.807.969	3.844.450.989	18.643.020
Kinder	398.015.881	378.129.758	-19.886.123
Erwachsene	1.994.968.281	1.911.371.458	-83.596.823
über 65-jährige	1.432.823.807	1.554.949.773	122.125.965
EMG	159.161.928	135.230.661	-23.931.267
HMG	3.856.772.064	3.862.060.311	5.288.247
Kinder	88.165.774	107.683.104	19.517.330
Erwachsene	1.589.245.048	1.689.588.596	100.343.548
über 65-jährige	2.179.361.242	2.064.788.611	-114.572.631
Summe	7.841.741.961	7.841.741.961	0

Status Quo Modell und dieses Geld vorwiegend über die AGGn (hierüber werden ca. 18,6 Mio. Euro mehr zugewiesen) und zu einem geringeren Anteil (nur ca. 5,3 Mio. Euro) über die Morbidität verteilt.

Die Zuweisungen für die Kinder über die Alters- und Geschlechtsgruppen sinken um knapp 19,9 Mio. Euro, während über die Morbidität bei Kindern gut 19,5 Mio. Euro mehr verteilt werden. Insgesamt sinken die Zuweisungen für Kinder um 368.793 Euro. Auch für die Erwachsenen sinken die Zuweisungen über die AGGn (um knapp 83,6 Mio. Euro). Dies steht erhöhten Zuweisungen über die Morbidität (hier entsteht ein Plus von gut 100,3 Mio. Euro) gegenüber. Allerdings betreffen die geringeren Zuweisungen über die EMGn ausschließlich Erwachsene (über die EMGn werden knapp 24 Mio. Euro weniger verteilt), so dass sich insgesamt für die Erwachsenen um knapp 7,2 Mio. Euro verringerte Zuweisungen ergeben.

Anders stellt es sich bei den über 65-jährigen dar: Sie erhalten gut 122,1 Mio. Euro mehr über Alter und Geschlecht, dafür aber rund 114,6 Mio. weniger über die Morbidität. Ihnen verbleibt ein Zuwachs in Höhe von ca. 7,6 Mio. Euro.

### Koeffizientenschätzer und Vorhersagerelationen

Die Koeffizientenschätzer des Modells mit Altersinteraktionen (Modell 1) sind in Anhang (A.2) aufgeführt. Abbildung 19 vergleicht die adjustierten Tageszuschläge für die AGGn aus Modell 1 mit den Zuschlägen aus dem Status Quo Modell. Abgesehen von AGG4 und AGG24 (Mädchen bzw. Jungen, 13 bis 17 Jahre) sind bis zum Alter von 65 Jahren im Interaktionsmodell die Zuschläge nach Alter und Geschlecht geringer als im Status Quo Modell. Für die Versicherten ab 65 Jahren (AGG14 bis AGG20 bzw. AGG34 bis AGG40) sind die Koeffizientenschätzer durchweg höher als im Status Quo Modell.

Die Vorhersagerelationen für die Alters- und Geschlechtsgruppen sind in Abbildung 20 aufgeführt und denen des Status Quo Modells gegenübergestellt. Für die Frauen überschätzen die Modelle bis zum Alter von 74 Jahren die tatsächlichen Ausgaben. Vom 75. Lebensjahr aufwärts werden die Leistungsausgaben unterschätzt. Bei den Männern liegt die Grenze für das Status Quo Modell beim 65., für das Interaktionsmodell beim 60. Lebensjahr: Bis zu diesem Alter werden die Leistungsausgaben überschätzt, danach unterschätzt.

Die AGG-Zuschläge des Modells 1 führen für fast alle Alters- und Geschlechtsgruppen zu leicht besseren Vorhersagerelationen als das Status Quo Modell. Lediglich für die Frauen zwischen 65 und 74 Jahren verschlechtern sich die Vorhersagerelationen (für AGG14:  $VR_{StatusQuo} = 1,0071$ ,  $VR_{M1} = 1,0084$ ; für AGG15:  $VR_{StatusQuo} = 1,0048$ ,  $VR_{M1} = 1,0060$ ). Für die Männer zwischen 60 und 64 Jahren (AGG33) schlägt die leichte Überschätzung im Status Quo ( $VR_{StatusQuo} = 1,0018$ ) in eine betragsmäßig minimal geringere Unterschätzung in Modell 1 um ( $VR_{M1} = 0,9983$ ).

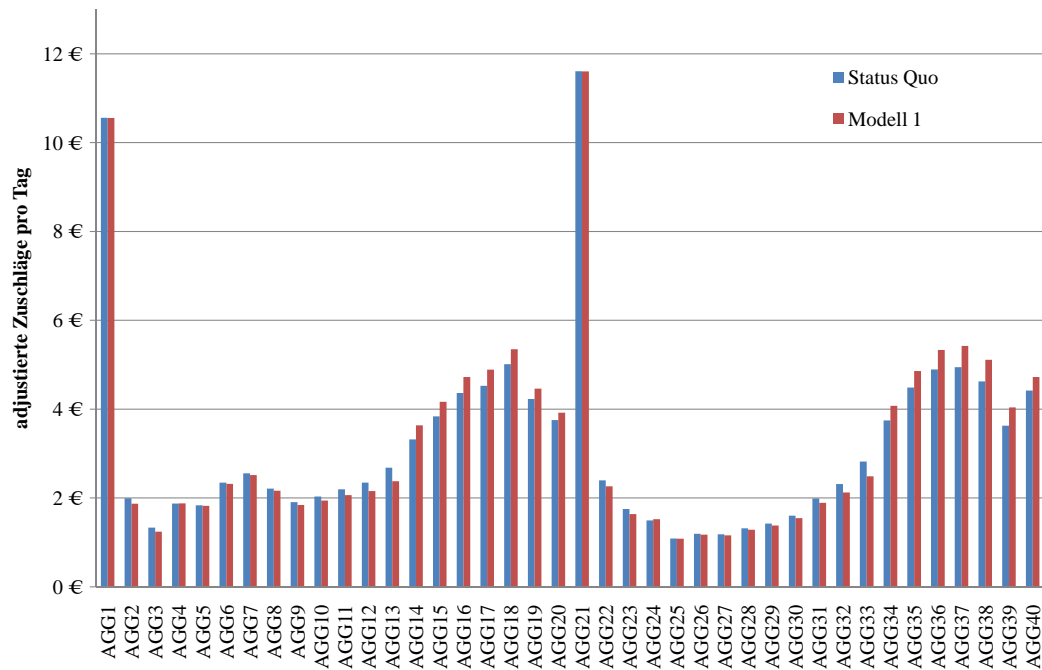


Abbildung 19: AGG-Zuschläge Status Quo vs. Modell 1

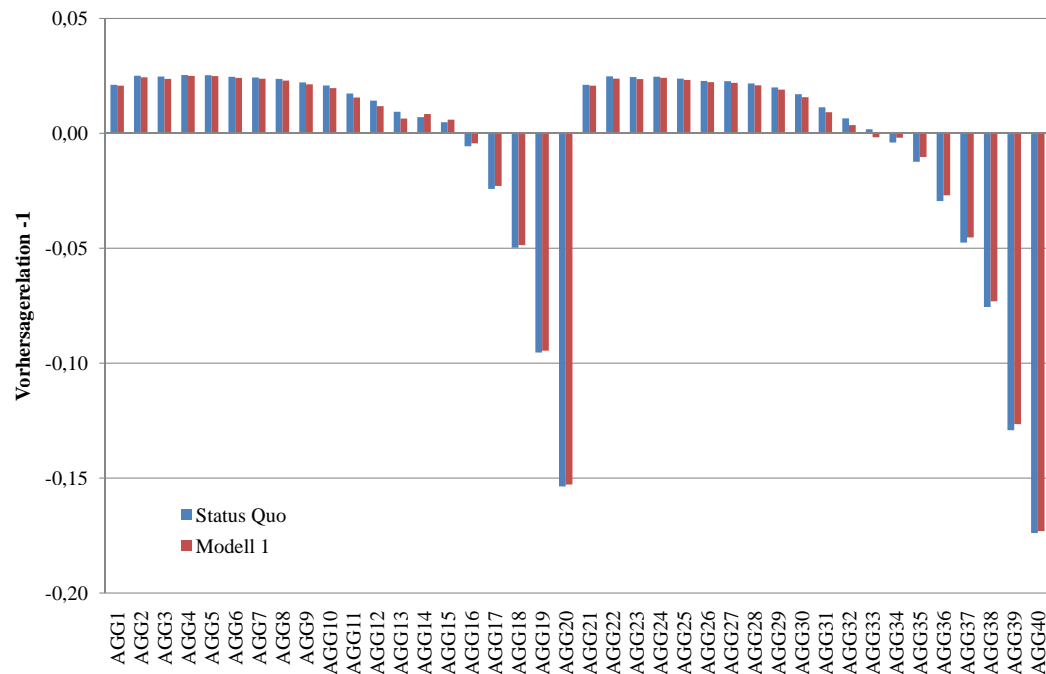
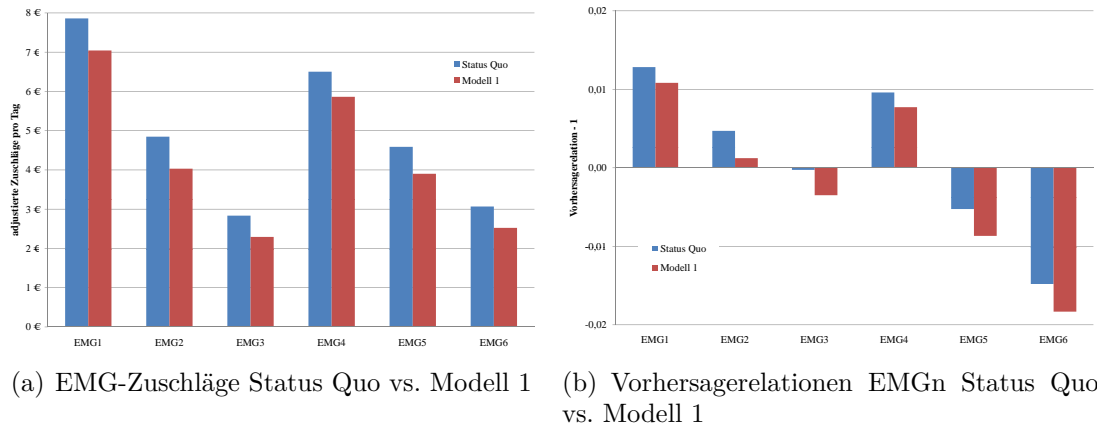


Abbildung 20: Vorhersagerelationen für die AGGn Status Quo vs. Modell 1



**Abbildung 21:** Zuschläge und Vorhersagerelationen für die EMGn Status Quo vs. Modell 1

Abbildung 21 (a) gibt die adjustierten Zuschläge pro Tag für die EMGn für Modell 1 und das Status Quo Modell wieder. Im Interaktionsmodell fallen alle Zuschläge niedriger aus als im Status Quo Modell. Allerdings verbessern sich die Vorhersagerelationen nur für EMG1, EMG2 und EMG4. Für die anderen EMGn verschlechtern sich die Vorhersagerelationen, allerdings wirken sich die Veränderungen erst auf der dritten Nachkommastelle aus, fallen also sowohl in der einen als auch in der anderen Richtung sehr gering aus (bspw. verbessert sich die Vorhersagerelation für EMG1 von  $VR_{StatusQuo} = 1,0128$  auf  $VR_{M1} = 1,0108$ . Beide Vorhersagerelationen liegen also sehr dicht bei eins).

Ein grafischer Vergleich der adjustierten HMG-Zuschläge pro Tag zwischen den Altersgruppen und dem Status Quo Modell ist Abbildung 22 zu entnehmen. HMGn, die für alle Altersgruppen auch im Interaktionsmodell denselben Zuschlag erhalten, wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht in diese Grafik aufgenommen.

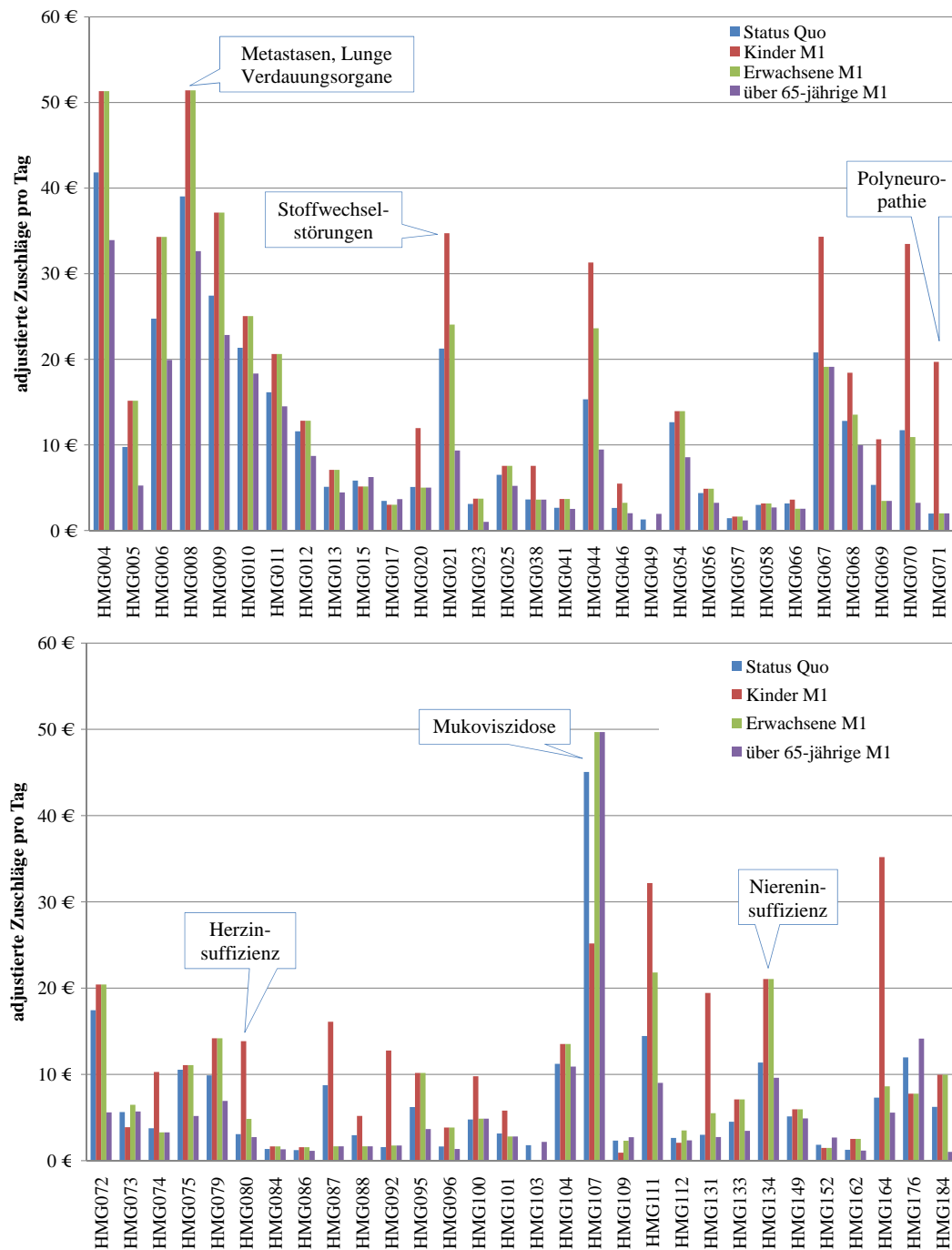


Abbildung 22: HMG-Zuschläge Status Quo vs. Modell 1 (nach Alter)

Die fünf HMGn, deren Zuschläge prozentual gegenüber dem Status Quo am meisten steigen, sind alle bei den Kindern zu finden, nämlich bei:

- HMG071: Polyneuropathie (Steigerung um 897%),
- HMG092: Näher bezeichnete Arrhythmien (Steigerung um 714%),
- HMG131: Nierenversagen (Steigerung um 548%),
- HMG164: Schwerwiegende Komplikationen (Steigerung um 381%),
- HMG080: Herzinsuffizienz (Steigerung um 350%).

Die HMGn, deren Zuschläge prozentual gegenüber dem Status Quo am meisten sinken, treten zum Großteil bei den über 65-jährigen auf. Unter den fünf größten prozentualen *negativen* Veränderungen betreffen vier Zuschläge die über 65-jährigen:

- HMG184: HIV/AIDS (ohne Dauermedikation) (Senkung um 84%),
- HMG087: Schwere angeborene Herzfehler (Senkung um 81%),
- HMG070: Muskeldystrophie (Senkung um 72%),
- HMG072: Multiple Sklerose (Senkung um 68%).

Die fünfte tritt bei den Erwachsenen auf, allerdings ebenfalls bei HMG087 (Senkung um 81%).

Die Vorhersagerelationen werden hier für die HMGn aufgeführt, für die im endgültigen Modell Interaktionen enthalten waren, und zwar sowohl für das Interaktionsmodell als auch für das Status Quo Modell. Abbildung 23 weist diese Vorhersagerelationen der Kinder (minus 1, damit klar ersichtlich ist, wo die Modelle unter- bzw. überschätzen) für die HMGn auf, für die Interaktionen zwischen Kindern und HMGn im Modell verbleiben.

Die Schätzungen des Modells 1 sind durchweg deutlich besser als die Schätzungen des Status Quo Modells. Bei HMG107 (Mukoviszidose) bspw. überschätzt das Status Quo Modell mit  $VR_{StatusQuo} = 1,5826$  deutlich. Das Interaktionsmodell reduziert diese Überschätzung auf  $VR_{M1} = 1,0252$ . Bei den



Erkrankungen, bei denen das Status Quo Modell unterschätzt (besonders deutlich bei HMG071  $VR_{StatusQuo} = 0,3480$  gegenüber  $VR_{M1} = 0,9790$ , HMG092  $VR_{StatusQuo} = 0,3922$  ggü.  $VR_{M1} = 1,0252$  und HMG131 mit  $VR_{StatusQuo} = 0,3771$  ggü.  $VR_{M1} = 1,0136$ ) führt das Interaktionsmodell zu höheren Zuschlägen.

Nun könnte es sein, dass eine Verbesserung der Vorhersagerelationen für die Kinder mit einer Verschlechterung der Relationen für die Erwachsenen und/oder die über 65-jährigen einhergeht. Abbildung 24 zeigt für die Erwachsenen, dass die Vorhersagerelationen für die HMGn, für die Interaktionen mit der Altersgruppe der Kinder im Modell enthalten bleiben, im Interaktionsmodell sowohl näher bei eins liegen, als auch weniger streuen als im Status Quo Modell. Insbesondere bei HMG044 (myelodysplastisches Syndrom und andere schwerwiegende hämatologische Erkrankungen) mit  $VR_{StatusQuo} = 0,7403$  ggü.  $VR_{M1} = 0,9342$ , HMG087 (schwere angeborene Herzfehler) mit  $VR_{StatusQuo} = 1,6110$  ggü.  $VR_{M1} = 0,9346$  und auch bei HMG107 (Mukoviszidose) mit  $VR_{StatusQuo} = 0,8620$  ggü.  $VR_{M1} = 0,9555$  verbessert das Interaktionsmodell die Vorhersagerelationen.

Für die über 65-jährigen zeigt sich ebenfalls durch das Interaktionsmodell eine bessere Anpassung (vgl. Abbildung 25). Drei deutliche Überschätzungen (bei HMG021 (sehr schwere Stoffwechselstörungen), HMG070 (Muskeldystrophie) und HMG087 (schwere angeborene Herzfehler)) werden zu geringen Unterschätzungen. Aus der Reihe fällt die Vorhersagerelation für HMG107 (Mukoviszidose): Für diese Erkrankung überschätzen sowohl Status Quo Modell ( $VR_{StatusQuo} = 4,7773$ ) als auch das Interaktionsmodell ( $VR_{M1} = 5,1295$ ) sehr stark, das Interaktionsmodell sogar noch mehr als das Status Quo Modell.

Abbildung 28 stellt die Vorhersagerelationen für die HMGn für die über 65-jährigen dar, für die im endgültigen Modell Interaktionen zwischen den HMGn und der Altersgruppe der über 65-jährigen bestehen bleiben ( $AG3HMG$ ). Das sich hier ergebende Bild ist nicht so eindeutig, wie dasjenige der Vorhersagerelationen für die über 65-jährigen bei den Interaktionen zwischen der Altersgruppe der Kinder und HMGn ( $AG1HMG$ , vgl. Abbildung 25).

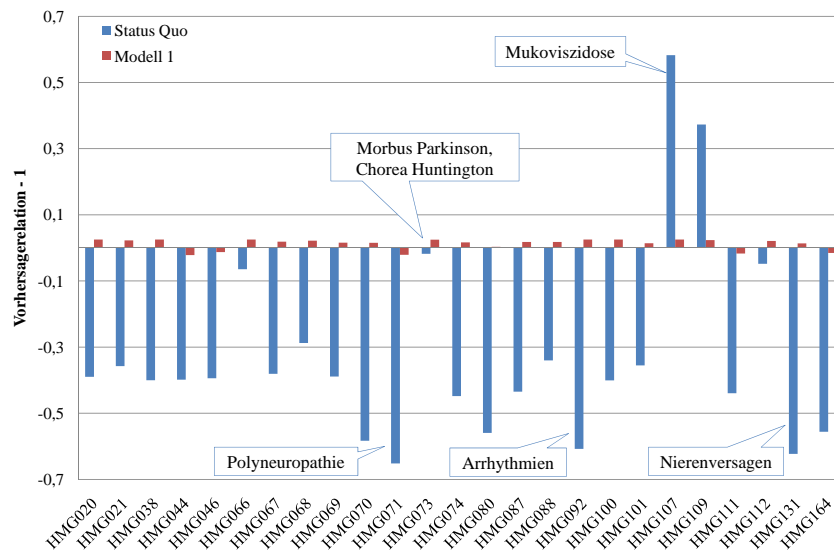


Abbildung 23: Vorhersagerelationen der Kinder für AG1HMG-Variablen

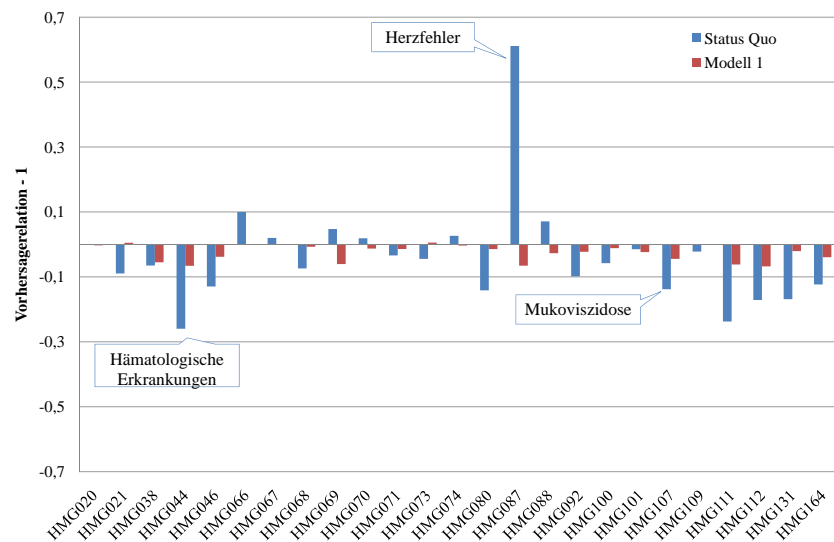


Abbildung 24: Vorhersagerelationen der Erwachsenen für AG1HMG-Variablen

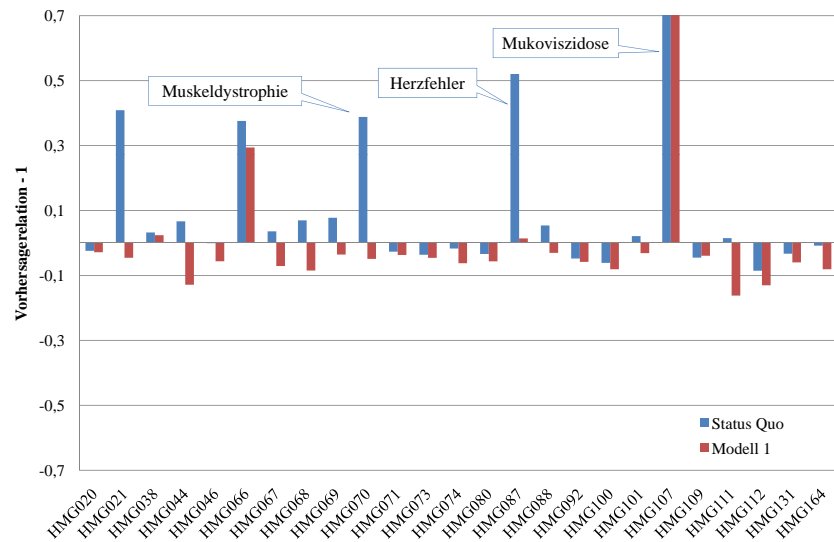


Abbildung 25: Vorhersagerelationen der über 65-jährigen für AG1HMG-Variablen

Das Interaktionsmodell weist insgesamt eine größere Tendenz zur Unterschätzung auf als das Status Quo Modell, allerdings ist die Schwankung wesentlich geringer. Beispielsweise bei HMG008 (Lungenmetastasen und Metastasen der Verdauungsorgane) führt das Interaktionsmodell zu einer schlechteren Vorhersagerelation ( $VR_{M1} = 0,7356$  gegenüber  $VR_{StatusQuo} = 0,8445$ ). Ein ähnliches Bild ergibt sich für viele HMGn. Dafür führt Modell 1 bei einigen HMGn (HMG021, HMG054, HMG072 und HMG184 fallen hier besonders auf) zu leichten Unterschätzungen, bei denen das Status Quo Modell zu (zum Teil erheblichen) Überschätzungen führt (vgl. hierzu Tabelle 14). Im Schnitt liegen die Vorhersagerelationen im Status Quo Modell näher bei eins, allerdings weisen sie eine wesentlich höhere Streuung auf.

**Tabelle 14:** Vorhersagerelationen für AG3HMG Interaktionen bei über 65-jährigen, Status Quo vs. Modell 1

Interaktion	Status Quo	Modell 1
AG3HMG021	1,4089	0,9544
AG3HMG054	1,1546	0,9674
AG3HMG072	1,5734	0,9759
AG3HMG184	1,3373	0,9752

Um auch hier wieder die Auswirkungen auf die beiden anderen Altersgruppen zu betrachten, zeigen Abbildungen 26 und 27 die Vorhersagerelationen für die von den Interaktionen mit der Altersgruppe der über 65-jährigen betroffenen HMGn für die Kinder und Erwachsenen. Für die Kinder steigen fast alle Vorhersagerelationen an: dadurch werden zwar auf der einen Seite Unterdeckungen verringert, aber es werden auch (teilweise erhebliche) Überdeckungen noch weiter erhöht.

Für die Erwachsenen verbessern die Altersinteraktionen die Vorhersagerelationen deutlich: einige starke Unterschätzungen können abgebaut werden, im Mittel liegen die Vorhersagerelationen näher bei eins und die Streuung kann reduziert werden (vgl. Tabelle 15 für einige Beispiele).

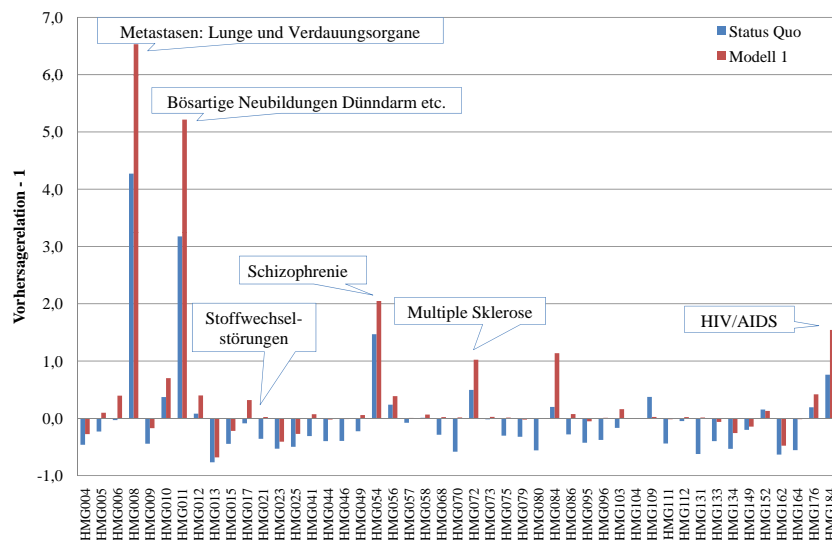


Abbildung 26: Vorhersagerelationen der Kinder für AG3HMG-Variablen

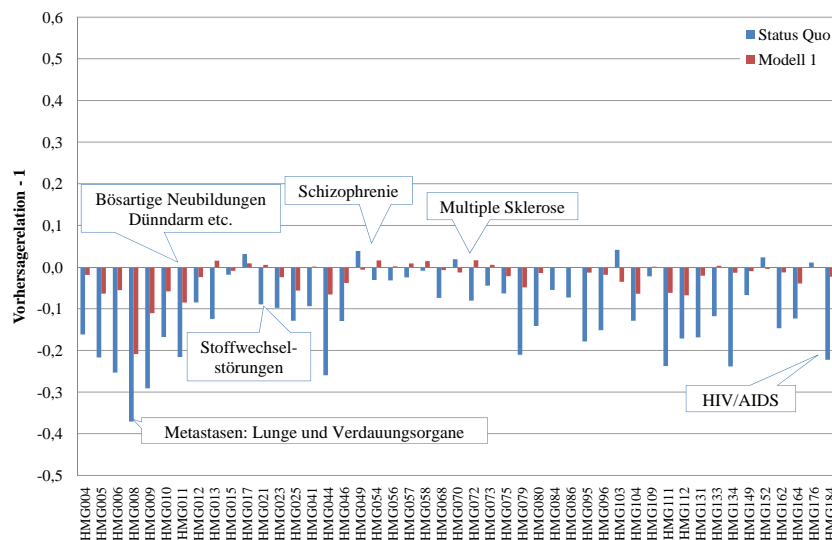


Abbildung 27: Vorhersagerelationen der Erwachsenen für AG3HMG-Variablen

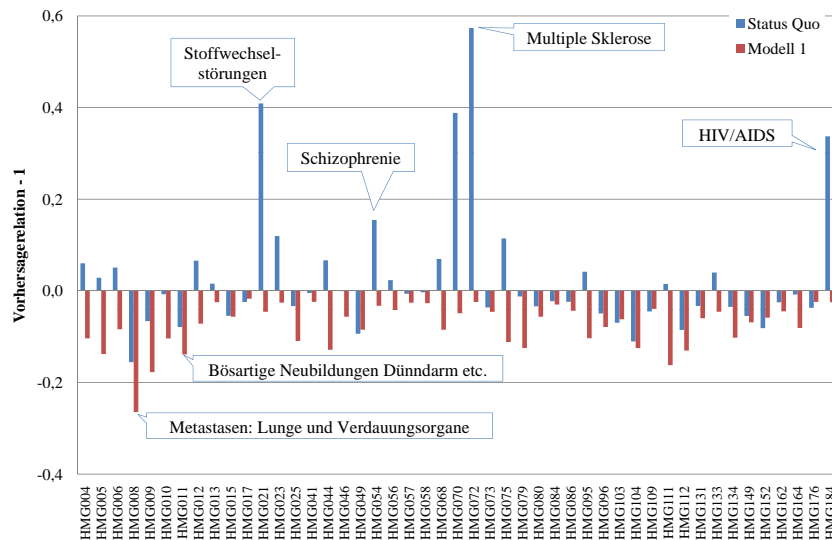


Abbildung 28: Vorhersagerelationen der über 65-jährigen für AG3HMG-Variablen

**Tabelle 15:** Vorhersagerelationen für Erwachsene, Status Quo vs. Modell 1

Interaktion	Status Quo	Modell 1
AG2HMG008	0,6291	0,7912
AG2HMG044	0,7403	0,9342
AG2HMG072	0,9195	1,0163
AG2HMG184	0,7775	0,9769

### 7.3.2. Modell 2: Geschlechtsinteraktionen

#### Vergleich der Zuweisungen je Zuschlagsgruppe

Die Zuweisungen je Zuschlagsgruppe (vgl. Tabelle 16) geben Aufschluss darüber, wie die Zuweisungen durch die Geschlechtsinteraktionen umverteilt werden. Während die Zuweisungen über die AGGn für die Frauen um über 42 Mio. Euro steigen, sinken sie für die Männer um knapp 35 Mio Euro. Dadurch heben sich die Veränderungen in Summe über die AGGn größtenteils wieder auf, so dass nur knapp 7,5 Mio. Euro in die AGGn hineinfließen. Das ist eine Steigerung von nicht einmal 2% im Vergleich zum Status Quo Modell. Bei den EMGn zeigt sich ein ähnliches Verhältnis: insgesamt sinken hier allerdings die Zuweisungen, wenn auch nur um 0,7%. Aber auch hier erhalten die Frauen höhere Zuweisungen als im Status Quo, während die Zuweisungen für die Männer sinken. Über die Morbidität werden ca. 6,3 Mio. Euro weniger verteilt. Hier verringern sich aber für die Frauen die Zuweisungen um ca. 43,3 Mio. Für die Männer hingegen ergibt sich hier eine Erhöhung der HMG-Zuweisungen in Höhe von rund 37 Mio. Euro.

Die höheren Zuweisungen für Frauen bei den AGGn und EMGn werden fast vollständig durch die niedrigeren Zuweisungen bei den HMGn aufgefangen, so dass sich in Summe für die Frauen eine Erhöhung der Zuweisungen um 812.093 Euro ergibt. Das sind in Bezug zu den Gesamtzuweisungen der Frauen im Status Quo Modell noch nicht einmal 0,02%.

**Tabelle 16:** Zuweisungen je Zuschlagsgruppe, Modell 2 versus Status Quo

Zuschlagsgruppe	Status Quo Modell	Modell 2	Differenz
AGG	3.825.807.969	3.833.276.295	7.468.326
Frauen	2.189.971.206	2.232.314.177	42.342.971
Männer	1.635.836.763	1.600.962.118	-34.874.645
EMG	159.161.928	158.042.716	-1.119.212
Frauen	77.774.563	79.605.386	1.830.822
Männer	81.387.365	78.437.331	-2.950.034
HMG	3.856.772.064	3.850.422.950	-6.349.114
Frauen	2.114.223.796	2.070.862.096	-43.361.700
Männer	1.742.548.267	1.779.560.854	37.012.586
Summe	7.841.741.961	7.841.741.961	0

### Koeffizientenschätzer und Vorhersagerelationen

Die Koeffizientenschätzer des Modells 2 sind Anhang A.3 zu entnehmen. Abbildung 29 bildet einen Vergleich zwischen den Zuschlägen für die AGGn aus Modell 2 und dem Status Quo Modell ab. Während die AGG-Zuschläge für die Frauen im Interaktionsmodell höher sind als die Zuschläge im Status Quo Modell (abgesehen von den Neugeborenen, bei denen der Zuschlag geringfügig kleiner ausfällt), sind die AGG-Zuschläge für die Männer im Interaktionsmodell alle niedriger als im Status Quo Modell. Ein Blick auf die Vorhersagerelationen für die AGGn zeigt allerdings, dass sich nur extrem geringe Veränderungen vom Status Quo Modell zu Modell 2 ergeben (vgl. Abbildung 30).

Dasselbe Bild ergibt sich auch bei den EMG-Zuschlägen (vgl. Abbildung 31): Die Zuschläge für die Frauen liegen im Interaktionsmodell über denen im Status Quo Modell, für die Männer liegen sie darunter. Die Vorhersagerelationen verändern sich nur sehr unwesentlich.

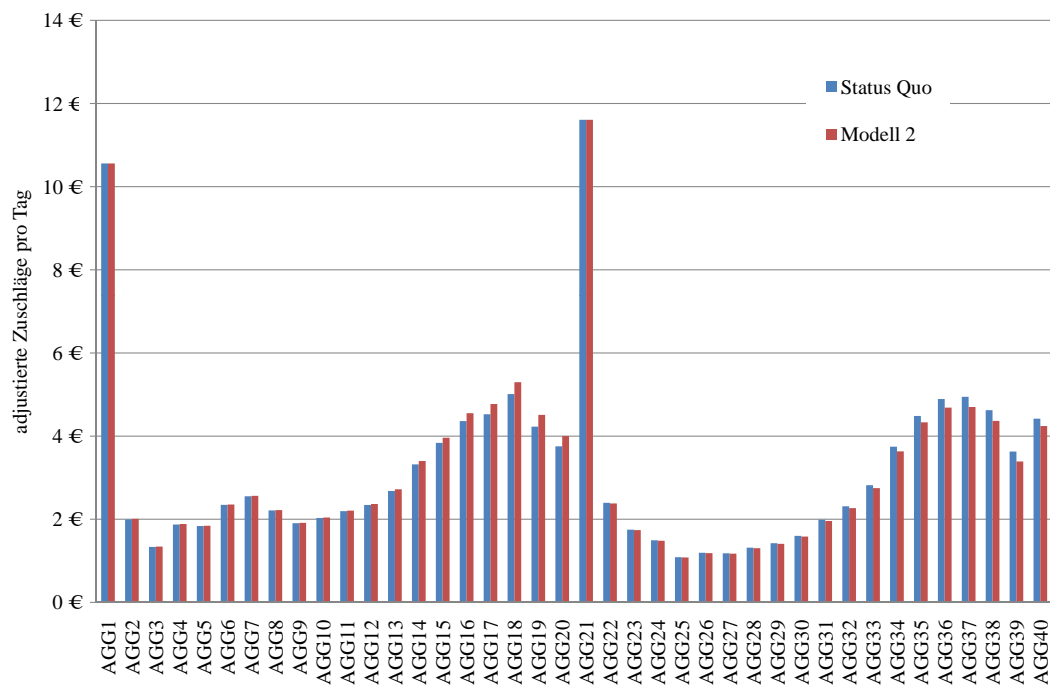


Abbildung 29: AGG-Zuschläge Status Quo vs. Modell 2

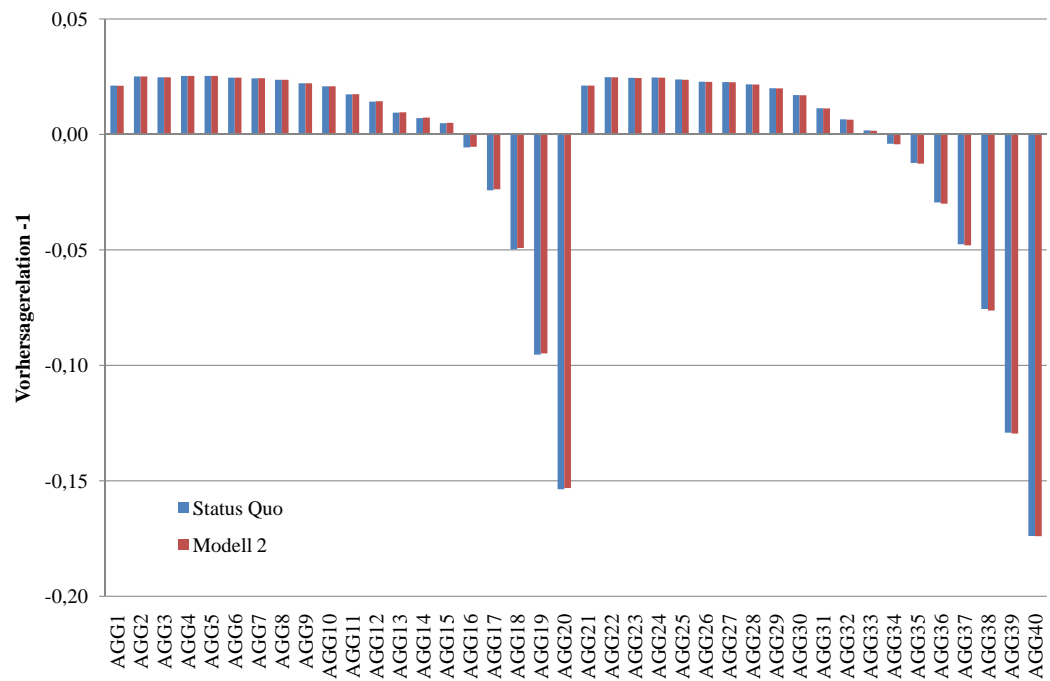
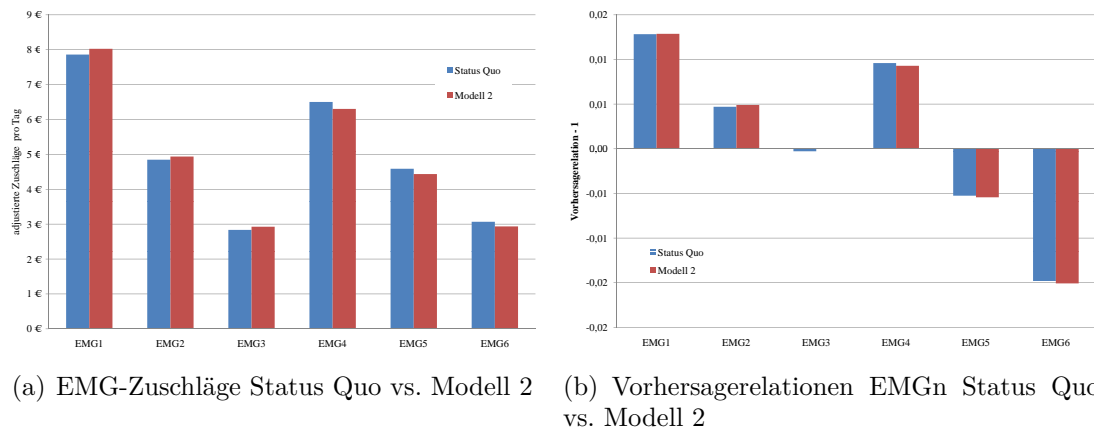


Abbildung 30: Vorhersagerelationen für die AGGn Status Quo vs. Modell 2



**Abbildung 31:** Zuschläge und Vorhersagerelationen für die EMGn Status Quo vs. Modell 2

Abbildung 32 veranschaulicht die Unterschiede zwischen den Zuschlägen für Männer und Frauen für die HMGn, für die Geschlechtsinteraktionsterme bestehen bleiben. Die relativen Veränderungen der Zuschläge fallen recht gering aus. Während bei den Altersinteraktionen des Modells 1 die größte Steigerung bei der Polyneuropathie für Kinder zu einem fast zehnmal so großen Schätzer wie im Status Quo Modell führt und der Zuschlag für HIV/AIDS (ohne Dauermedikation) sich bei den über 65-jährigen um knapp 84% verringert, liegt die größte relative Erhöhung eines Zuschlages im Vergleich zum Status Quo Zuschlag bei Modell 2 bei einem Zuwachs um 53%. Dies tritt bei HMG165 (andere iatrogene Komplikationen) auf und dabei beträgt der absolute Zuwachs nur 0,66 Euro.

Die größte negative Veränderung eines Zuschlags betrifft die Frauen, die HMG035 (Hämophilie mit Dauermedikation) zugewiesen bekommen: Ihr Zuschlag verringert sich um ca. 44% auf ca. 244 Euro. Bei HMG027 (Chronische Hepatitis) verringert sich der Zuschlag für die Frauen um ungefähr 35%, wohingegen der Zuschlag für die Männer um ca. 31% steigt. Bei HMG087 (schwere angeborene Herzfehler) verhält es sich genau umgekehrt: Hier steigt der Zuschlag für Frauen um ca. 26%, der für Männer sinkt um knapp 27%.



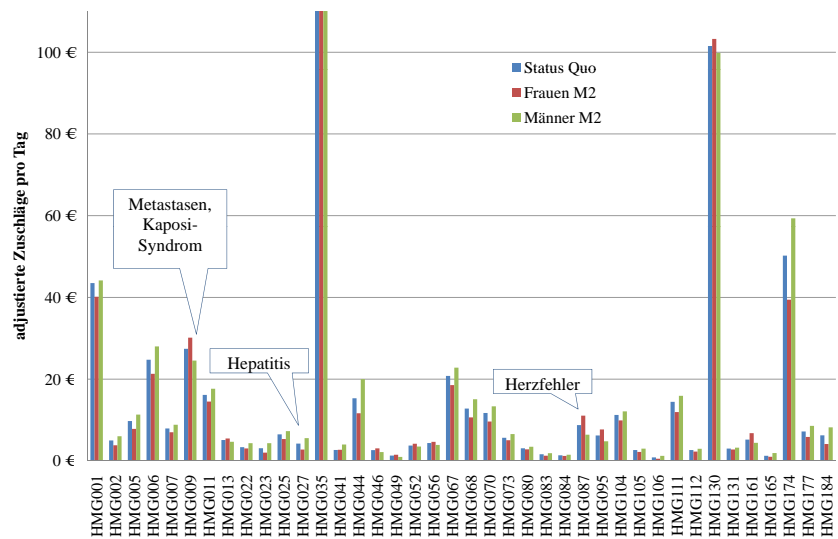


Abbildung 32: HMG-Zuschläge Status Quo vs. Modell 2

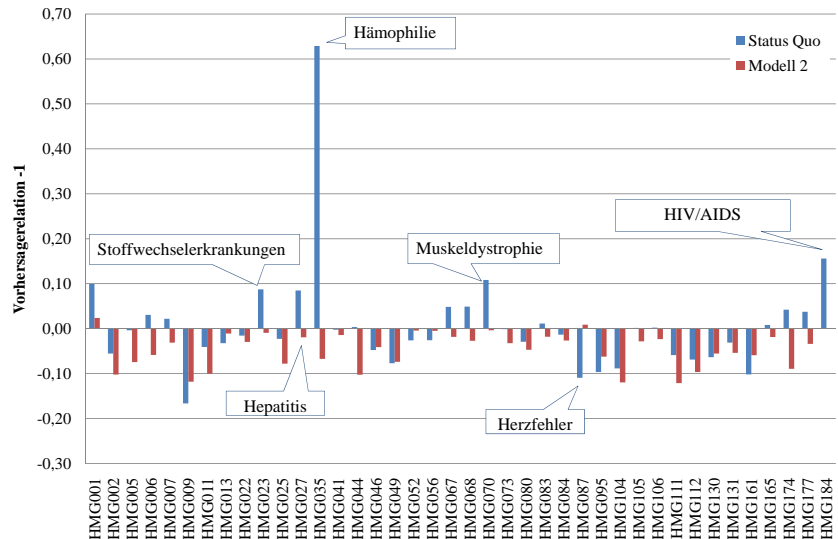


Abbildung 33: Vorhersagerelationen für Frauen, Modell 2

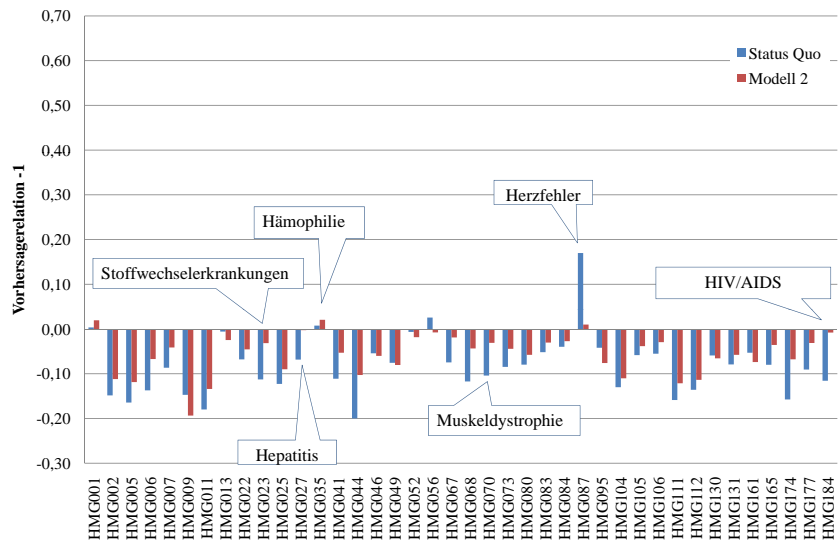


Abbildung 34: Vorhersagerelationen für Männer, Modell 2

**Tabelle 17:** Vorhersagerelationen für Frauen und Männer bei ausgewählten HMGn, Status Quo vs. Modell 2

HMG	Frauen		Männer	
	Status Quo	Modell 2	Status Quo	Modell 2
HMG002	0,9446	0,8979	0,8517	0,8881
HMG009	0,8336	0,8819	0,8529	0,8065
HMG023	1,0875	0,9908	0,8873	0,9684
HMG035	1,6289	0,9326	1,0075	1,0206
HMG044	1,0034	0,8976	0,8001	0,8972
HMG070	1,1083	0,9964	0,8960	0,9690
HMG184	1,1560	0,9994	0,8843	0,9921

Abbildung 33 stellt die Vorhersagerelationen der Frauen für die im endgültigen Modell verbliebenen Interaktionsterme dar. Es ergibt sich ein uneinheitliches Bild: Bei einigen HMGn (bspw. HMG035, HMG070, HMG184) ergibt das Interaktionsmodell wesentlich bessere Vorhersagerelationen als das Status Quo Modell. Dafür fallen die Unterschätzungen in Modell 2 bei einigen Gruppen stärker aus als im Status Quo Modell (so z. B. bei HMG002, HMG025 und HMG080).

Für die Männer sind die Vorhersagerelationen in Abbildung 34 wiedergegeben. Auch hier ist das Bild uneinheitlich. Bei einigen HMGn werden Unterdeckungen abgebaut. Für andere werden Unterdeckungen noch verstärkt. Bei anderen Morbiditätsgruppen werden leichte Überdeckungen geringfügig erhöht. Tabelle 17 stellt die Vorhersagerelationen der Frauen und Männer für ausgewählte HMGn einander gegenüber.

Bei HMG002 (Sepsis/Schock) steht eine sich verschlechternde Vorhersagerelation bei den Frauen, die zu einer Erhöhung der Unterdeckung führt, einer Verringerung der Unterdeckung bei den Männern gegenüber. Bei HMG009 (Metastasen sonstiger Lokalisation, Kaposi-Sarkom) ist es genau anders herum. Für HMG023 (Andere schwerwiegende endokrine und Stoffwechselerkrankungen) schlägt eine Überdeckung bei den Frauen in einer minimale Unterdeckung um, wohingegen eine Unterdeckung bei den Männern abgebaut werden kann. Eine deutliche Reduktion der Überdeckung bei HMG035 (Hämophile mit Dauermedikation) bei

**Tabelle 18:** Zuweisungen je Zuschlagsgruppe, Status Quo vs. Modell 3

Zuschlagsgruppe	Status Quo	Modell 3	Differenz
AGG	3.825.807.969	3.878.562.317	52.754.348
EMG	159.161.928	113.271.584	-45.890.344
HMG	3.856.772.064	3.849.908.060	-6.864.004
für EMGler	385.576.344	428.317.795	42.741.451
für Nicht-EMGler	3.471.195.720	3.421.590.265	-49.605.454
Summe	7.841.741.961	7.841.741.961	0

den Frauen geht wiederum mit einem leichten Anstieg der Überdeckung bei den Männern einher. So wird in vielen Fällen eine Verbesserung bei dem einen Geschlecht durch eine Verschlechterung bei dem anderen Geschlecht „erkauft“.

Dass sich die Vorhersagerelationen sowohl für Frauen als auch für Männer verschlechtern, kommt nicht vor.

### 7.3.3. Modell 3: Erwerbsminderungsinteraktionen

#### Vergleich der Zuweisungen je Zuschlagsgruppe

Modell 3 verteilt insgesamt gut 52,7 Mio. Euro mehr über die Alters- und Geschlechtsgruppen; lediglich die Neugeborenen und die 25- bis 29-jährigen erhalten weniger Zuweisungen nach Alter und Geschlecht als im Status Quo Modell. Über die Erwerbsminderungsgruppen werden insgesamt fast 45,9 Mio. Euro weniger zugeteilt. Und auch die Zuweisungen über die HMGn verringern sich in Summe um knapp 6,9 Mio. Euro. Dabei erhalten die Erwerbsminderungsrentner über die HMGn 42,7 Mio. Euro mehr. Dieser Zuwachs wird aber durch die 49,6 Mio. Euro, die die Versicherten ohne Erwerbsminderungsstatus bei den HMGn einbüßen überkompensiert. In Summe bekommen die Erwerbsminderungsrentner über die EMG- und HMG-Zuschläge gut 3,1 Mio. Euro weniger zugewiesen als im Status Quo Modell (vgl. Tabelle 18).

### Koeffizientenschätzer und Vorhersagerelationen

Die sich durch die Regression ergebenden Koeffizientenschätzer sind in Anhang A.4 aufgeführt. Ein grafischer Vergleich der AGG-Zuschläge zwischen Modell 3 und dem Status Quo Modell ist Abbildung 35 zu entnehmen. Bei den jüngeren Altersgruppen verändern sich die Zuweisungen nicht wesentlich. Erst bei den über 65-jährigen ergeben sich Veränderungen der Zuschläge von mehr als fünf Cent pro Tag, was zu Veränderungen der Gesamtzuweisungen im siebenstelligen Bereich führt, bspw. teilt das Interaktionsmodell für die 80 bis 84-jährigen Frauen über 5 Mio. Euro mehr zu als das Status Quo Modell.

Die Grafik der Vorhersagerelationen der AGGn zeigt (Abbildung 36), dass sich nur geringfügige Veränderungen der Vorhersagerelationen im Vergleich zum Status Quo Modell ergeben. Bei sechs AGGn verschlechtern sie sich, bei den anderen werden sie (meist erst auf der vierten Nachkommastelle) besser.

Wie nicht anders zu erwarten, sinken in diesem Modell die Zuweisungen für die Erwerbsminderungsgruppen ab (vgl. Abbildung 37 (a)). Besonders deutlich fällt dies für EMG3 und EMG6 aus. Die Differenzen zum adjustierten Tageszuschlag des Status Quo Modells betragen -1,56 Euro bzw. -1,81 Euro, was zu einer Verringerung der Gesamtzuweisung für diese Gruppen um 13,23 Mio. Euro bzw. um 17,38 Mio. Euro führt.

Die Vorhersagerelationen ändern sich dennoch auch hier nur sehr wenig. Abbildung 37 (b) bildet sie ab. Die Skalierung der Grafik soll nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Vorhersagerelationen alle sehr nahe bei eins liegen, sowohl für das Status Quo Modell als auch für das Modell mit Erwerbsminderungsinteraktionen. Für EMG1, EMG2 und EMG4 verringert das Interaktionsmodell die Überschätzungen; bei den anderen EMGn werden allerdings die Unterschätzungen vergrößert.

Für die HMGn, für die in Modell 3 Interaktionen mit dem Status der Erwerbsminderung enthalten bleiben, stellt Abbildung 38 die adjustierten Tageszuschläge des Status Quo Modells denen des Interaktionsmodells (sowohl für Erwerbsminderungsrentner als auch für Versicherte ohne Anspruch auf Erwerbsminderungsrente) gegenüber.

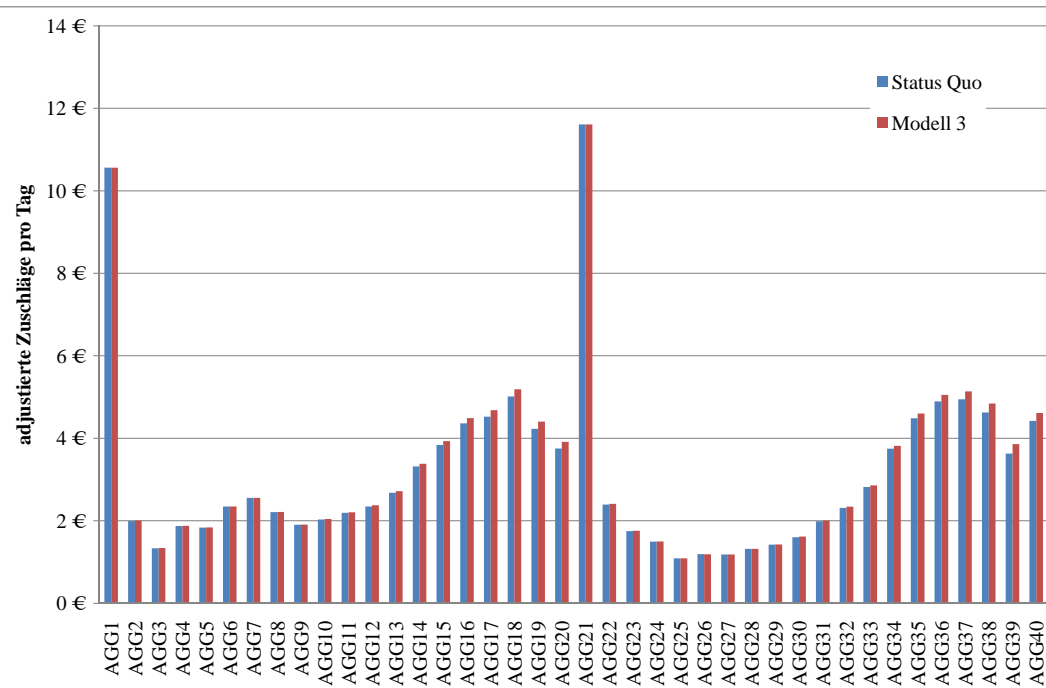


Abbildung 35: AGG-Zuschläge Status Quo vs. Modell 3

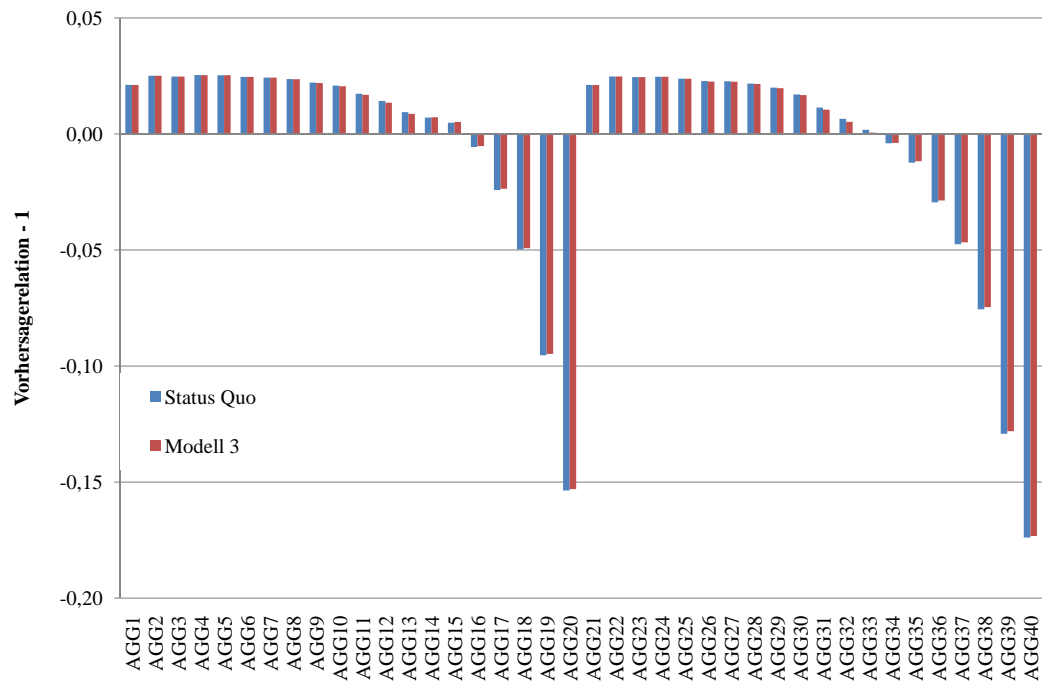
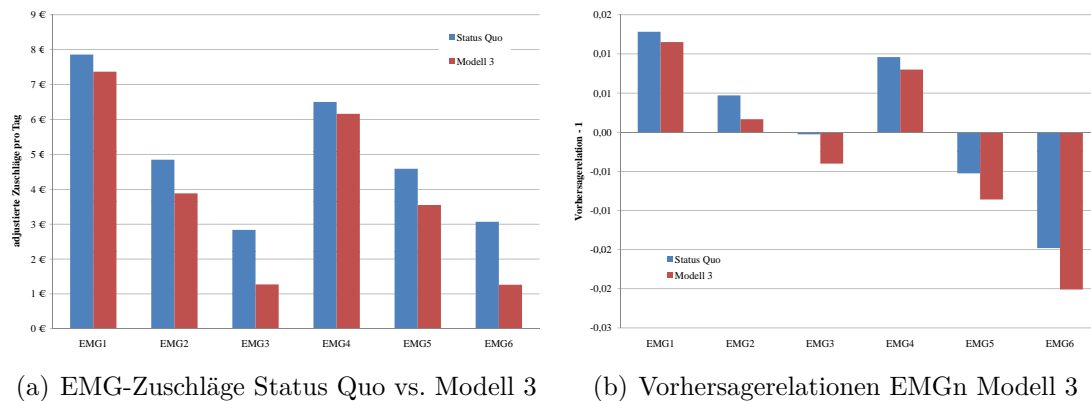


Abbildung 36: Vorhersagerelationen für die AGGn Status Quo vs. Modell 3



**Abbildung 37:** Zuschläge und Vorhersagerelationen für die EMGn Status Quo vs. Modell 3

**Tabelle 19:** Zuschläge für ausgewählte HMGn, Status Quo vs. Modell 3, (in Euro)

HMG	Status Quo	EM-Rentner	Nicht EM-Rentner
HMG008	39,0257	47,3618	37,7263
HMG054	12,6416	11,1919	13,7546
HMG058	2,9778	2,1223	3,0882
HMG079	9,8959	21,6878	8,5437
HMG134	11,3786	20,0534	10,7693

Dabei ist die Wirkung der Interaktionsterme auf die Zuschläge nicht einheitlich: Bei einigen HMGn führt das Interaktionsmodell zu deutlich höheren Zuschlägen für Erwerbsminderungsrentner (so z. B. bei HMG134: Fortgeschrittene chronische Niereninsuffizienz und HMG008: Lungenmetastasen und Metastasen der Verdauungsorgane). Bei anderen HMGn erhalten die Erwerbsminderungsrentner im Interaktionsmodell geringere Zuschläge als die Versicherten ohne Anspruch auf Erwerbsminderungrente und auch weniger als im Status Quo Modell (bspw. bei HMG054: Schizophrenie und HMG058: Depression). Tabelle 19 weist die Zuschläge für ausgewählte HMGn aus.

**Tabelle 20:** Vorhersagerelationen für ausgewählte HMGn, Status Quo vs. Modell 3

HMG	EM-Rentner		Nicht-EM-Rentner	
	Status Quo	Modell 3	Status Quo	Modell 3
HMG008	0,6550	0,7644	0,7754	0,7533
HMG054	1,0947	1,0154	0,9448	0,9984
HMG058	1,0387	1,0047	0,9859	0,9920
HMG079	0,6722	0,9136	0,9471	0,8989
HMG134	0,7952	0,9608	0,9292	0,9075

Für eine Einschätzung, welche Auswirkungen die Veränderungen der Zuschläge auf die Schätzgüte haben, werden die Vorhersagerelationen der von den Interaktionen betroffenen HMGn in Abbildung 39 für die Erwerbsminderungsrentner und in Abbildung 40 für die Versicherten ohne Anspruch auf Erwerbsminderungsrente dargestellt. Für die Erwerbsminderungsrentner ergeben sich bei fast allen HMGn Verbesserungen der Vorhersagerelationen, die zum Teil auch sehr deutlich ausfallen (vgl. Tabelle 20 für einige Beispiele). Insbesondere werden deutliche Unterschätzungen abgebaut.

Allerdings verschlechtern sich die Vorhersagerelationen für einige HMGn bei den Versicherten ohne Anspruch auf Erwerbsminderungsrente im Gegenzug. So steht bspw. der Verbesserung der Vorhersagerelation um 0,2413 für die EM-Rentner bei HMG079 eine Verschlechterung bei den Nicht-EM-Rentnern in Höhe von 0,0482 gegenüber. Da nur gut 450.000 Versicherte mit Erwerbsminderungsstatus HMG079 zugewiesen bekommen, aber mehr als 4,35 Mio. Versicherte ohne Erwerbsminderungsstatus, fällt die geringe betragsmäßige Verschlechterung stark ins Gewicht. Insgesamt sinken die Zuweisungen für alle von HMG079 betroffenen Versicherten um gut 577.000 Euro.

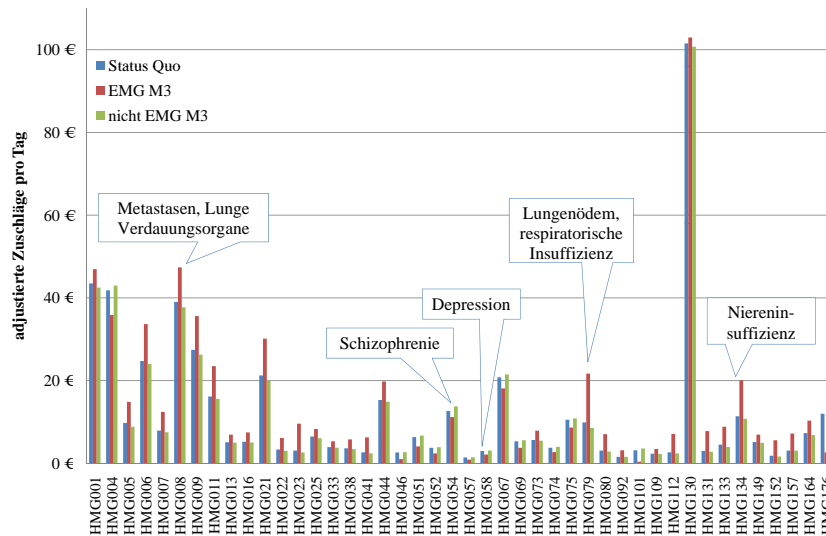


Abbildung 38: HMG-Zuschläge Status Quo vs. Modell 3

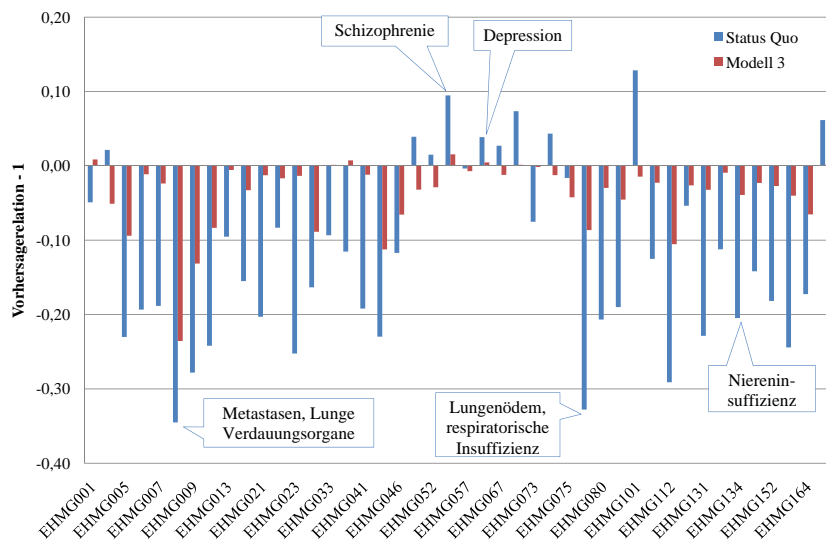


Abbildung 39: VR der HMGn für EM-Rentner, Status Quo vs. Modell 3

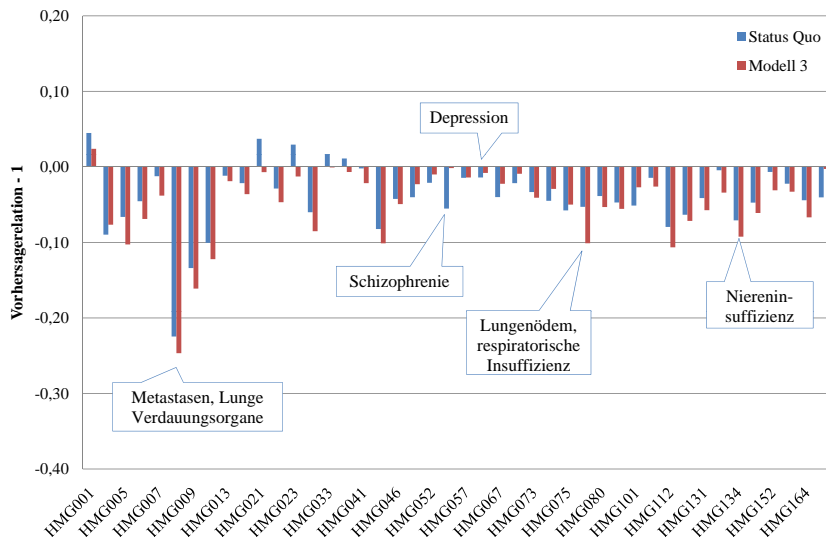


Abbildung 40: VR der HMGn für Nicht-EM-Rentner, Status Quo vs. Modell 3



**Tabelle 21:** Zuweisungen je Zuschlagsgruppe, Modell 4 versus Status Quo

Zuschlagsgruppe	Status Quo	Modell 4	Differenz
AGG	3.825.807.969	3.823.909.352	-1.898.617
EMG	159.161.928	157.886.352	-1.275.576
HMG	3.856.772.064	3.859.946.257	3.174.193
UrsprungsHMGn	3.856.772.064	3.870.703.987	13.931.923
Interaktionen		-10.757.730	-10.757.730
Summe	7.841.741.961	7.841.741.961	0

### 7.3.4. Modell 4: Krankheitsinteraktionen

#### Vergleich der Zuweisungen je Zuschlagsgruppe

Ein Vergleich der Zuweisungen für die einzelnen Zuschlagsgruppen zeigt, dass Modell 4 knapp 1,9 Mio. Euro weniger über die AGGn und knapp 1,3 Mio. Euro weniger über die EMGn verteilt als das Status Quo Modell (siehe Tabelle 21). Diese Zuweisungen werden im Interaktionsmodell über die Morbidität umgelegt. Die Summe der Zuweisungen für die Interaktionsterme ist allerdings negativ. Dafür steigen in der Gesamtsicht die Zuweisungen für die ursprünglichen HMGn um knapp 14 Mio. Euro an.

#### Koeffizientenschätzer und Vorhersagerelationen

Die Koeffizientenschätzer des Modells sind in Anhang A.5 aufgeführt. Im Gegensatz zu den Modellen 1 und 2 fallen die Unterschiede der AGG-Zuschläge zwischen dem Status Quo Modell und Modell 4 nur sehr gering aus, sie liegen alle unter 2%, weshalb auf eine Darstellung an dieser Stelle verzichtet wird. Ebenso verhält es sich bei den EMG-Zuschlägen: auch hier liegen die Veränderungen gegenüber dem Status Quo Modell bei allen Gruppen unter 2% und auf eine Darstellung der Ergebnisse wird verzichtet.

Eine isolierte Betrachtung der Zuschläge für die HMG-Interaktionsterme hat wenig Aussagekraft. Vielmehr müssen auch die Zuschläge für die zu Grunde liegenden HMGn in die Betrachtung aufgenommen werden, so dass gezeigt werden

**Tabelle 22:** Häufigkeiten der Zuschlagskombinationen in Modell 4

HMG-Zuschläge Modell 4	Summe größer		Summe kleiner	
	Interak. > 0	Interak. < 0	Interak. > 0	Interak. < 0
beide größer	1	1	-	14 (a)
beide kleiner	24 (b)	-	2	1
einer größer, einer kleiner	14 (c)	0	0	13 (d)

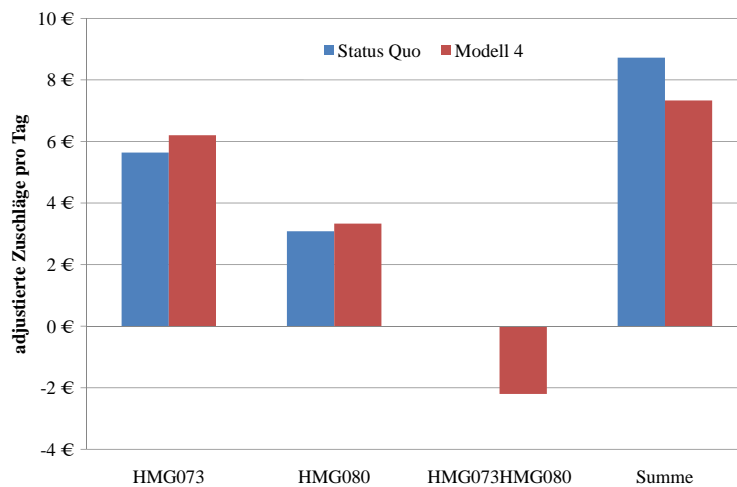
kann, wie sich die Schätzer für die einzelnen HMGn im Vergleich zum Status Quo Modell und wie sich die Zuschlagssumme – also der Zuschlag bei gemeinsamem Auftreten zweier Krankheiten – gegenüber dem Status Quo Modell verändert hat.

Es sind unterschiedliche Kombinationen möglich, die in Tabelle 22 mit den Häufigkeiten, mit denen sie tatsächlich auftreten, aufgelistet sind: Im Interaktionsmodell können die Schätzer für die HMGn beide größer oder beide kleiner als im Status Quo Modell sein oder es ist einer größer und einer kleiner (siehe Spalte eins der Tabelle). Der Zuschlag für den Interaktionsterm selbst kann positiv (Spalten zwei und vier) oder negativ (Spalten drei und fünf) sein. Weiterhin kann der Zuschlag für die Versicherten, die von beiden HMGn betroffen sind (im Status Quo Modell ist dies die Summe der beiden HMG-Zuschläge, im Interaktionsmodell entspricht dieser Zuschlag der Summe der beiden HMG-Zuschläge zuzüglich dem Zuschlag für die Interaktion), größer (Spalten zwei und drei) oder kleiner (Spalten vier und fünf) als im Status Quo Modell sein.

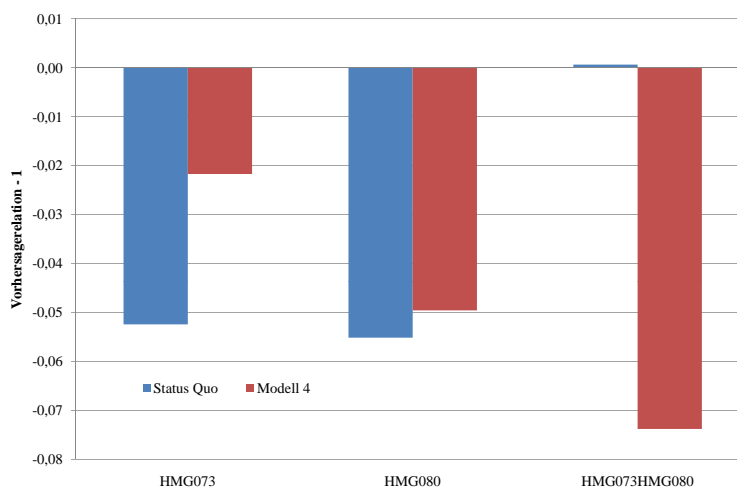
Einige Konstellationen treten nur sehr selten (ein- bis zweimal) auf und werden hier nicht weiter betrachtet. Die häufig auftretenden Kombinationen (a, b, c und d) werden im Folgenden näher untersucht.

Zu (a)

So tritt die Kombination aus zwei höheren Zuschlägen für die HMGn mit einem negativen Interaktionszuschlag, so dass der Zuschlag bei gleichzeitigem Auftreten der beiden HMGn im Interaktionsmodell geringer ausfällt als im Status Quo Modell insgesamt 14-mal auf. Ein Beispiel hierfür wird in Abbildung 41 gegeben.



**Abbildung 41:** M4: Koeffizientenvergleich HMG073 und HMG080



**Abbildung 42:** M4: Vorhersagerelationen HMG073 und HMG080

Die Zuschläge für HMG073 (Morbus Parkinson und Chorea Huntington) und auch für HMG080 (Herzinsuffizienz) sind im Interaktionsmodell höher als im Status Quo Modell. Der negative Interaktionsterm überkompensiert diese Erhöhungen aber, so dass für Versicherte, die an beiden Erkrankungen leiden, im Interaktionsmodell ein geringerer Zuschlag als im Status Quo Modell resultiert. Die beiden Krankheiten stehen demnach in einem subadditiven Verhältnis zueinander.

Dieser Veränderung der Zuschläge werden die zugehörigen Vorhersagerelationen gegenübergestellt (vgl. Abbildung 42). Dabei sind in der Vorhersagerelation für

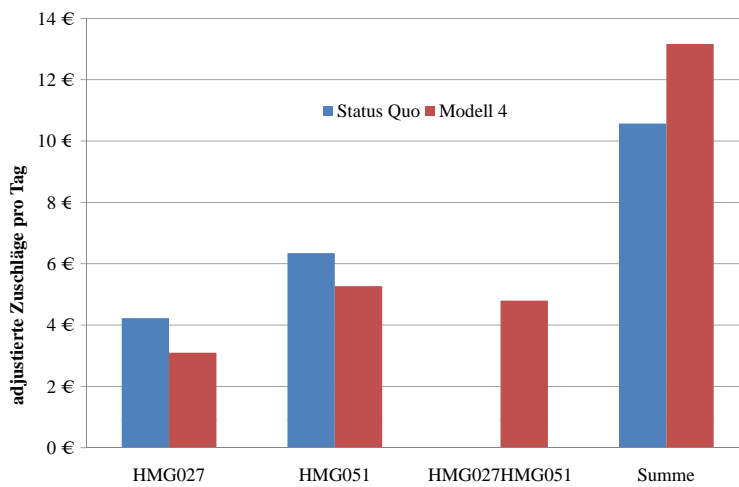
die ursprünglichen HMGn nur diejenigen Versicherten berücksichtigt, die *nicht* die Interaktions-HMG aufweisen; in die Vorhersagerelation für HMG073 gehen also nur die Versicherten ein, die nicht gleichzeitig HMG080 zugewiesen bekommen et vice versa (vgl. hierzu Abschnitt 5.5.3). Für die HMGn verbessern sich die Vorhersagerelationen, für HMG073 von  $VR_{StatusQuo} = 0,9476$  auf  $VR_{M4} = 0,9783$ , für HMG080 lediglich von  $VR_{StatusQuo} = 0,9448$  auf  $VR_{M4} = 0,9504$ . Für den Interaktionsterm verschlechtert sich die Vorhersagerelation allerdings von  $VR_{StatusQuo} = 1,0006$  auf  $VR_{M4} = 0,9262$ .

Abgesehen von zwei Interaktionen bei denen sich auch die Vorhersagerelationen für die vom Interaktionsterm betroffenen Versicherten verbessern, stellt sich für alle anderen 13 Kombinationen dasselbe Bild dar.

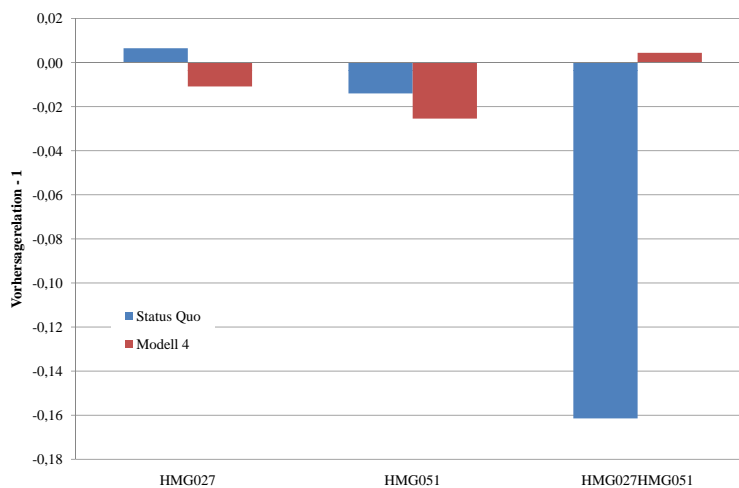
Zu (b)

Eine ebenfalls häufige Kombination ist das Zusammenspiel von zwei im Vergleich zum Status Quo Modell niedrigeren HMG-Zuschlägen mit einem positiven Interaktionszuschlag, so dass sich für Versicherte mit beiden Krankheiten ein höherer Zuschlag als im Status Quo Modell ergibt. Eine solche superadditive Beziehung zwischen den Krankheiten kommt 24-mal vor. Abbildung 43 weist als Beispiel die Zuschläge für HMG027 (Chronische Hepatitis), HMG051 (Alkohol- oder drogeninduzierte Psychose) und ihren Interaktionsterm aus.

Die Vorhersagerelation für HMG027 schlägt von einer sehr geringen Überschätzung ( $VR_{StatusQuo} = 1,0065$ ) in eine betragsmäßig etwas größere Unterschätzung ( $VR_{M4} = 0,9892$ ) um (vgl. Abbildung 44). Die Vorhersagerelation für HMG051 verschlechtert sich von  $VR_{StatusQuo} = 0,9860$  auf  $VR_{M4} = 0,9746$ , dafür verbessert sich die Relation für die von beiden Erkrankungen betroffenen Versicherten deutlich (von  $VR_{StatusQuo} = 0,8385$  auf  $VR_{M4} = 1,0044$ ). Für die anderen 23 HMG-Kombinationen werden ebenfalls zum Teil erhebliche Unterschätzungen im Status Quo Modell bei den von der Interaktion betroffenen Versicherten abgebaut. Aber es verschlechtern sich auch bei den meisten Kombinationen die Vorhersagerelationen für die ursprünglichen HMGn.



**Abbildung 43:** M4: Koeffizientenvergleich HMG027 und HMG051



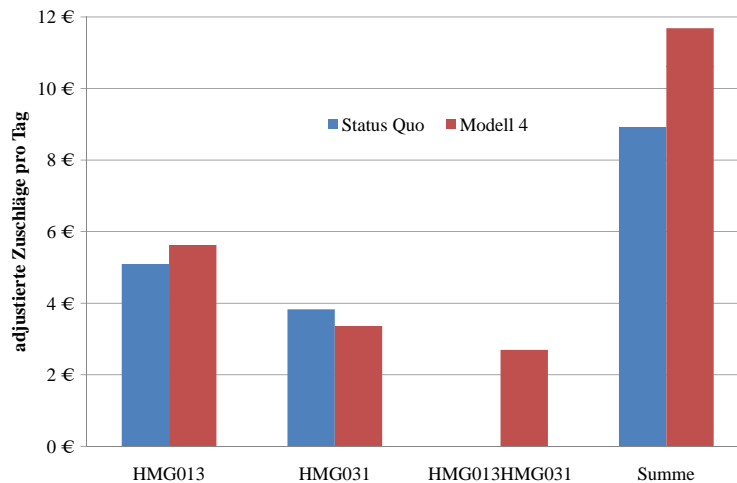
**Abbildung 44:** M4: Vorhersagerelationen HMG027 und HMG051

Zu (c)

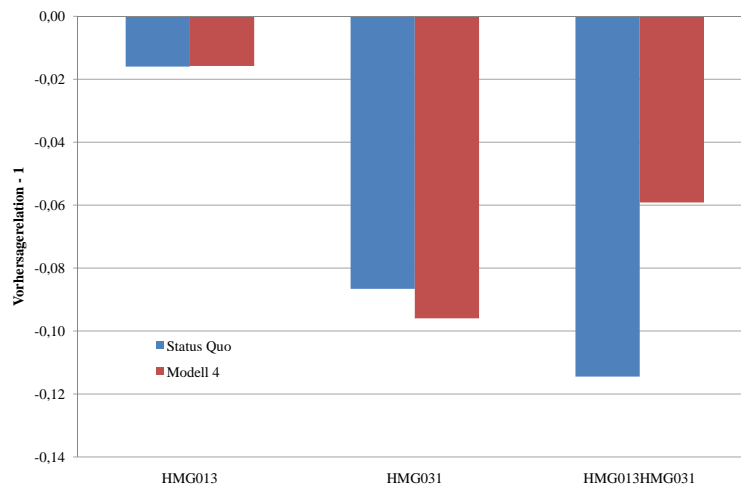
Eine weitere häufige Konstellation (insgesamt tritt sie 14-mal auf) ist die Kombination aus einem größeren und einem kleineren HMG-Zuschlag als im Status Quo Modell mit einem positiven Interaktionszuschlag, so dass im Endergebnis der Zuschlag für beide Krankheiten im Interaktionsmodell größer als im Status Quo Modell ist. Die Abbildungen 45 und 46 zeigen die Zuschläge und Vorhersagerelationen für HMG013 (sonstige ernste bösartige Neubildungen) und HMG031 (Ileus) als ein Beispiel aus dieser Gruppe.

Während für die Interaktionen (teilweise deutliche) Unterdeckungen abgebaut

werden können und die Vorhersagerelationen sich verbessern, steigen die Unterdeckungen für die ursprünglichen HMGn in den meisten Fällen bzw. schlagen leichte Überdeckungen in Unterdeckungen um.



**Abbildung 45:** M4: Koeffizientenvergleich HMG013 und HMG031

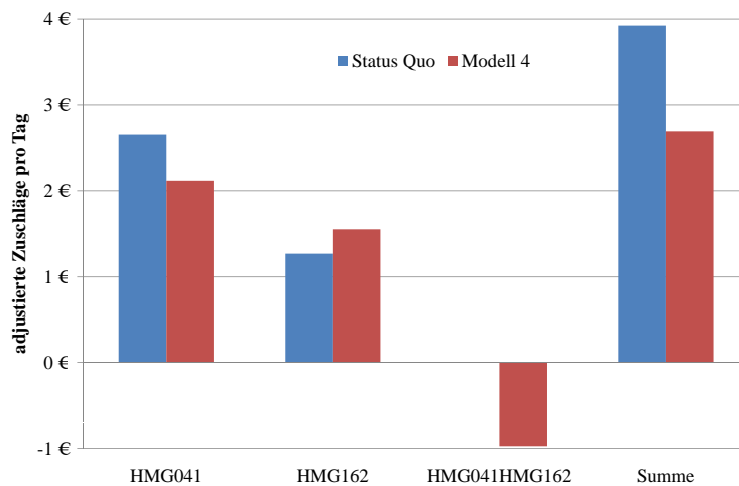


**Abbildung 46:** M4: Vorhersagerelationen HMG013 und HMG031

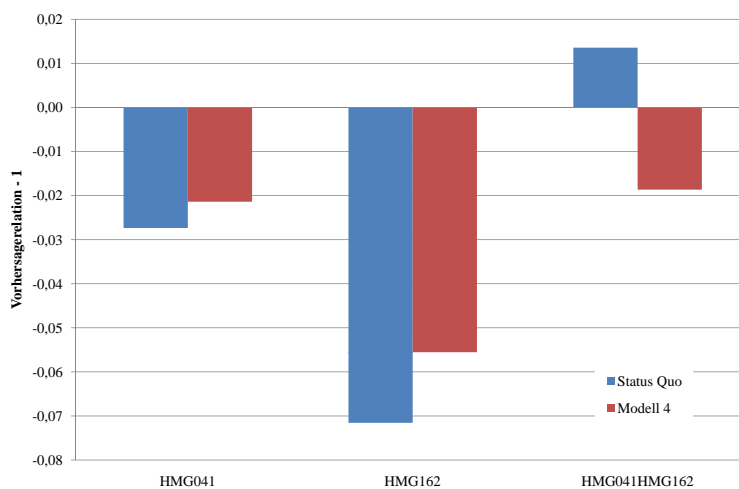
Zu (d)

Die letzte häufig auftretende Konstellation umfasst ebenfalls einen kleineren und einen größeren Zuschlag für die HMGn mit einem negativen Interaktionszuschlag, so dass der Zuschlag für die vom Interaktionsterm betroffenen Versicherten kleiner als im Status Quo Modell ist. Als Beispiel hierfür werden in den Abbildungen 47 und 48 die Zuschläge und Vorhersagerelationen für HMG041 (nicht postmeno-

pausale Osteoporose) und HMG162 (Femur- und Beckenfraktur, andere pathologische Frakturen) ausgewiesen.



**Abbildung 47:** M4: Koeffizientenvergleich HMG041 und HMG162



**Abbildung 48:** M4: Vorhersagerelationen HMG041 und HMG162

Während der Zuschlag für HMG041 von 2,655 Euro im Status Quo Modell auf 2,116 in Modell 4 sinkt, steigt der Zuschlag für HMG162 von 1,269 Euro (Status Quo) auf 1,551 Euro (Modell 4) an. Für Versicherte, die beide HMGn zugewiesen bekommen, ergibt sich ein negativer Schätzer in Höhe von -0,975 Euro, so dass sich in Summe der Zuschlag von 3,924 Euro im Status Quo Modell auf 2,692 Euro verringert. In diesem Beispiel verbessern sich die Vorhersagerelationen für HMG041 und HMG162, während diejenige für den Interaktionsterm sich dem Betrag nach leicht verschlechtert. Dieses Verhältnis trifft auf die meisten der 13 Kombinationen dieser Konstellation zu.

### 7.3.5. Modell 5: Gesamtmodell

#### Zuweisungen je Zuschlagsgruppe

Modell 5 enthält Alters-, Geschlechts-, Erwerbsminderungs- und Krankheitsinteraktionen; es ist eine Kombination der bisher erläuterten Modelle 1 bis 4. Die Verschiebungen bei den Zuweisungen je Zuschlagsgruppe im Vergleich zum Status Quo sind in Tabelle 23 dokumentiert. Gut 41 Mio. Euro werden insgesamt weniger über die Erwerbsminderungsgruppen zugeteilt. Dieses Geld fließt zu über 90% in die Alters- und Geschlechtsgruppen; etwas weniger als 10% werden über die Morbiditätsgruppen und Interaktionen verteilt. Die Kinder und Erwachsenen erhalten über die Alters- und Geschlechtsgruppen weniger Geld, wohingegen die über 65-jährigen knapp 108 Mio. Euro mehr erhalten, wovon der Großteil (71 Mio. Euro) an die Frauen geht. Über die ursprünglichen HMGn werden gut 258 Mio. Euro mehr verteilt, allerdings bewirken die Interaktionsterme insgesamt eine Verringerung der Zuschläge um fast 254,5 Mio. Euro, so dass hier vorwiegend eine Umverteilung innerhalb der Morbiditätszuschläge durch die Interaktionen vorgenommen wird. Lediglich 3,8 Mio. Euro werden zusätzlich über die Morbidität verteilt.

#### Koeffizientenschätzer und Vorhersagerelationen

Die nicht adjustierten Schätzer sind in Anhang A.6 aufgeführt. Abbildung 49 zeigt grafisch, was auch schon Tabelle 23 zu entnehmen war: die über 65-jährigen erhalten im Interaktionsmodell höhere Zuschläge als im Status Quo Modell. Abbildung 50 stellt diesen Zuschlägen die Vorhersagerelationen gegenüber und es wird deutlich, dass die Unterdeckungen in der Altersgruppe der über 65-jährigen leicht reduziert werden können: alle Vorhersagerelationen sind hier im Interaktionsmodell besser. Auch für AGG4, AGG5 und AGG24 verbessern sich die Vorhersagerelationen im Interaktionsmodell: die Überdeckungen verringern sich geringfügig, und das obwohl die Zuschläge ein bisschen höher ausfallen als im Status Quo Modell. Für AGG 14 und AGG15 steigen die Überdeckungen durch die höheren Zuschläge leicht an, für AGG33 schlägt die leichte Überdeckung des Status Quo Modells trotz des höheren Zuschlags in eine leichte Unterdeckung im Interaktionsmodell um.



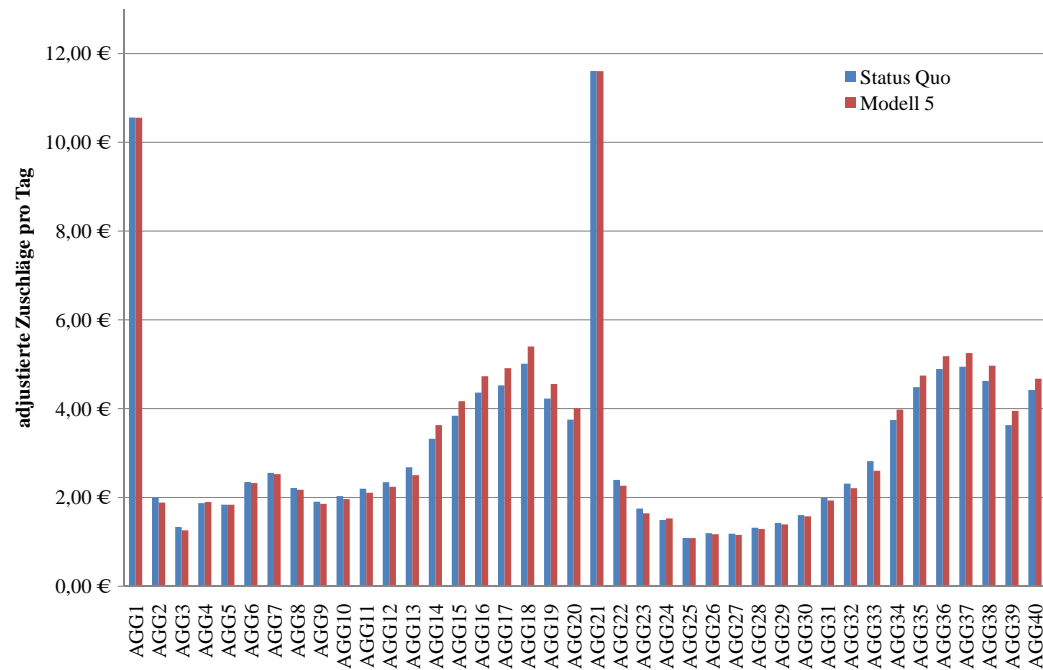


Abbildung 49: AGG-Zuschläge Status Quo vs. Modell 5

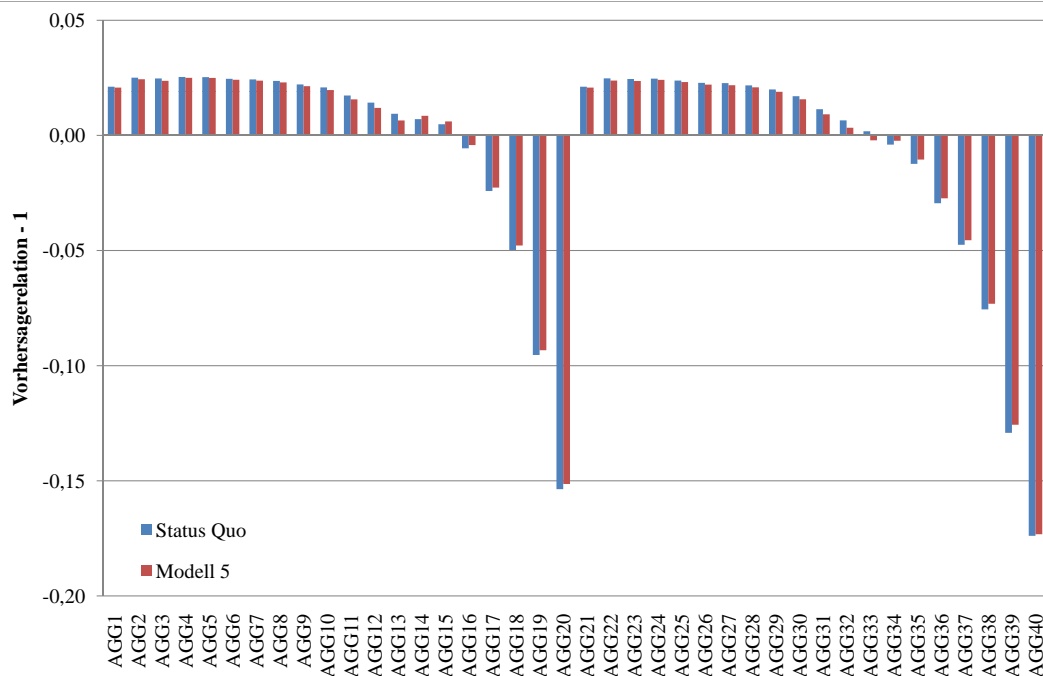
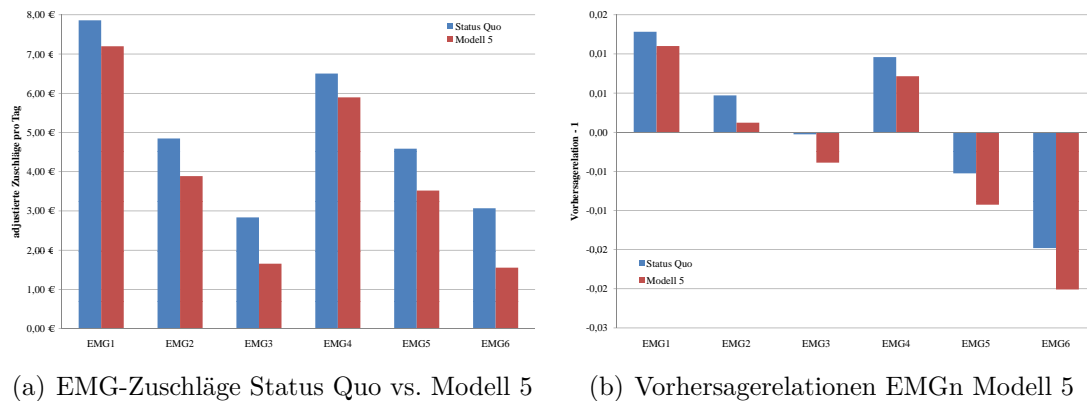


Abbildung 50: Vorhersagerelationen für die AGGn Status Quo vs. Modell 5

**Tabelle 23:** Zuweisungen je Zuschlagsgruppe, Status Quo vs. Modell 5

Zuschlagsgruppe	Status Quo	Modell 5	Differenz
AGG	3.825.807.969	3.863.400.148	37.592.179
Kinder	398.015.881	379.852.321	-18.163.560
weiblich	173.407.425	165.741.656	-7.665.769
männlich	224.608.455	214.110.664	-10.497.791
Erwachsene	1.994.968.281	1.942.877.221	-52.091.060
weiblich	1.187.274.485	1.157.435.477	-29.839.008
männlich	807.693.796	785.441.744	-22.252.052
über 65-jährige	1.432.823.807	1.540.670.606	107.846.799
weiblich	829.289.295	900.295.428	71.006.133
männlich	603.534.512	640.375.178	36.840.666
EMG	159.161.928	117.737.720	-41.424.208
HMG	3.856.772.064	3.860.604.094	3.832.030
UrsprungsHMGn	3.856.772.064	4.115.060.412	258.288.348
Interaktionen		-254.456.318	-254.456.318
Summe	7.841.741.961	7.841.741.961	0

Die Zuschläge für die Erwerbsminderungsgruppen sowie die zugehörigen Vorhersagerelationen sind den Abbildungen 51 (a) und (b) zu entnehmen. Für EMGn 1, 2 und 4 bedeuten die geringeren Zuschläge des Interaktionsmodells eine Verringerung der Überdeckung. Für EMGn 3, 5 und 6 hingegen bedeuten die geringeren Zuschläge eine Vergrößerung der Unterdeckung gegenüber dem Status Quo Modell und somit eine Verschlechterung.



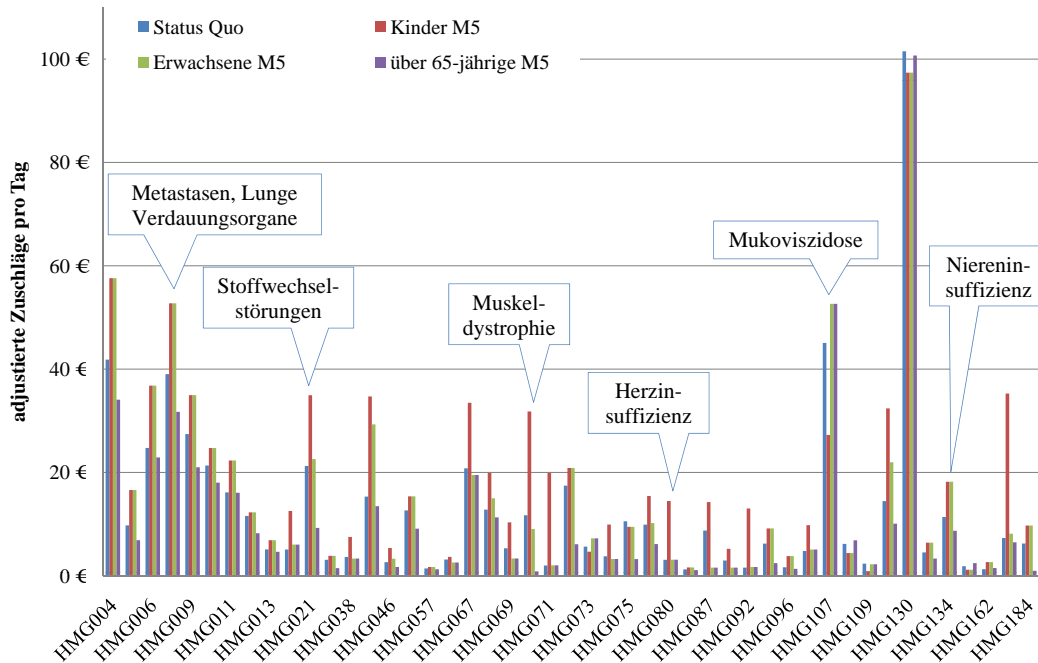
**Abbildung 51:** Zuschläge und Vorhersagerelationen für die EMGn Status Quo vs. Modell 5

In Abbildung 52 werden die Zuschläge, die sich gemäß dem Status Quo Modell ergeben, mit den Zuschlägen für Kinder, Erwachsene und über 65-jährige für die HMGn verglichen, für die Altersinteraktionen im Modell verbleiben.<sup>246</sup> Bei einigen HMGn (so z. B. bei HMG021 (sehr schwere Stoffwechselstörungen), HMG070 (Muskeldystrophie) und HMG080 (Herzinsuffizienz)) führen die Interaktionsvariablen dazu, dass die Kinder deutlich höhere Zuschläge erhalten als die anderen Altersgruppen. Insbesondere die über 65-jährigen erhalten hier wesentlich geringere Zuschläge, teilweise nicht nur gegenüber den Kindern, sondern auch gegenüber den Zuschlägen im Status Quo Modell. Auch hier bildet HMG107 (Mukoviszidose) wieder die Ausnahme: Für diese HMG erhalten die Kindern einen deutlich geringeren Zuschlag.

Abbildungen 53, 54 und 55 weisen die Vorhersagerelationen für die Kinder, die Erwachsenen und die über 65-jährigen auf und zwar für die HMGn, für die Interaktionsterme zwischen Kindern und HMGn im endgültigen Modell enthalten sind. Die höheren Zuschläge für die Kinder führen zur Reduktion der Unterdeckungen: Es verbessern sich alle Vorhersagerelationen ohne Ausnahme. Bei Mukoviszidose wird die deutliche Überdeckung abgebaut. Diese Verbesserungen gehen nicht zu Kosten der anderen Altersgruppen. Die Vorhersagerelationen der Erwachsenen

<sup>246</sup> Die hier dargestellten Vergleiche beziehen sich immer nur auf die jeweils betrachtete HMG. Ein einzelner Versicherter kann selbst bei einem höheren HMG-Zuschlag insgesamt weniger Geld erhalten als im Status Quo Modell, weil für ihn die AGG-, EMG- oder andere HMG-Zuschläge geringer ausfallen.

und über 65-jährigen für die betroffenen HMGn verbessern sich ebenfalls fast alle. Die wenigen Verschlechterungen fallen sehr gering aus.



**Abbildung 52:** HMG-Zuschläge Status Quo vs. Modell 5 (nach Alter)

Die Vorhersagerelationen für die HMGn, für die Interaktionen mit der Altersgruppe der über 65-jährigen im Modell verbleiben, sind in den Abbildungen 56, 57 und 58 dargestellt (auch hier wiederum für die Kinder, Erwachsenen und über 65-jährigen). Insgesamt steigen die Morbiditätszuschläge für die Kinder an. Das führt bei einigen wenigen HMGn dazu, dass Unterdeckungen abgebaut werden können (so z. B. bei HMG044). Bei etlichen HMGn steigen jedoch die Überschätzungen für die Kinder noch weiter, zum Teil sehr deutlich (so bei HMG008 und HMG011), an. Im Mittel liegen die Vorhersagerelationen für diese HMGn dadurch weiter von eins entfernt als im Status Quo Modell. Für die Erwachsenen verbessern sich die Vorhersagerelationen hingegen. Vorwiegend werden deutliche Unterdeckungen verringert. Bei den über 65-jährigen liegen die Vorhersagerelationen im Mittel weiter von eins entfernt, dafür streuen sie aber weniger und einige starke Überschätzungen können verringert werden (bzw. schlagen in leichte Unterdeckungen um, so z. B. bei HMG021 und HMG072).

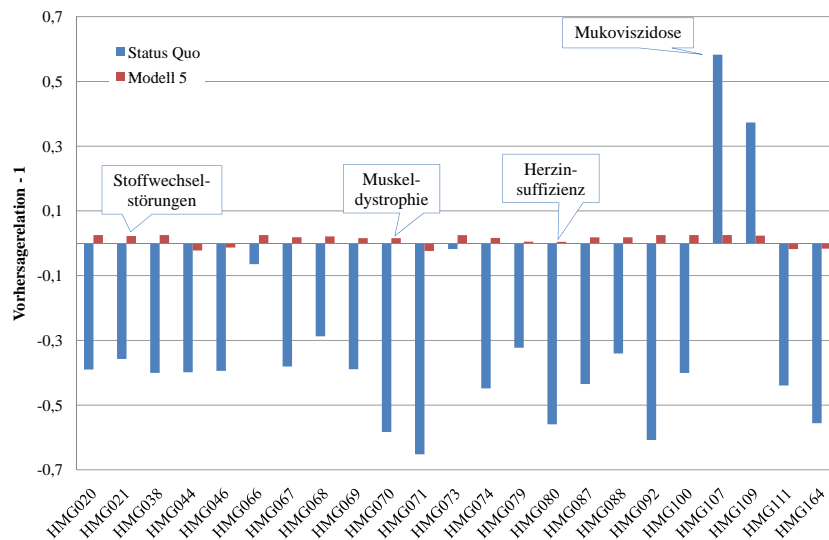


Abbildung 53: Vorhersagerelationen der Kinder für AG1HMG

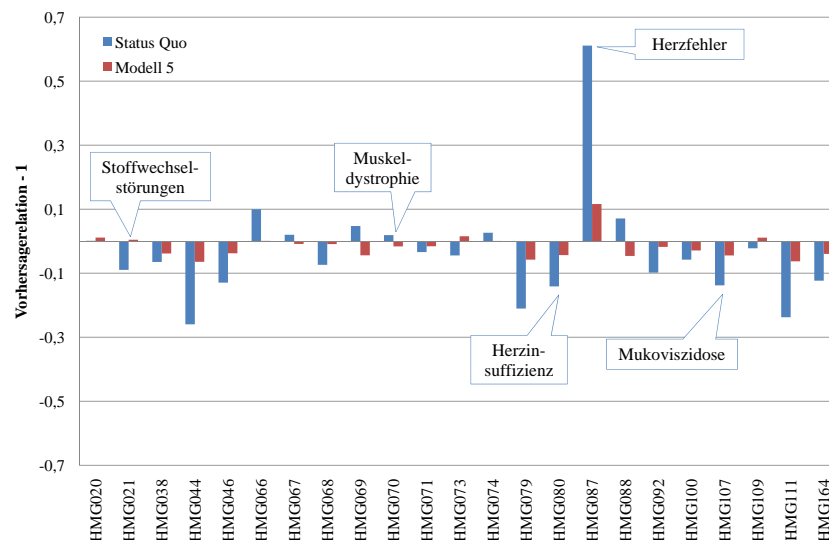


Abbildung 54: Vorhersagerelationen der Erwachsenen für AG1HMG

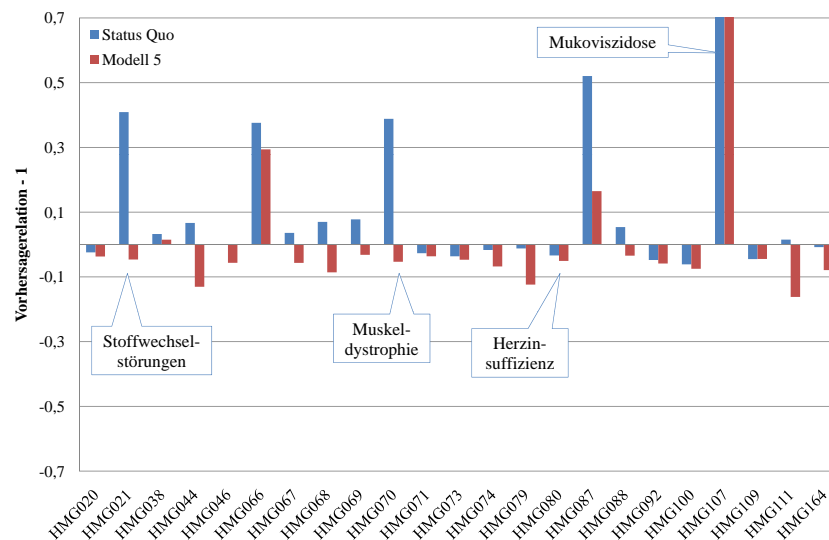


Abbildung 55: Vorhersagerelationen der über 65-jährigen für AG1HMG

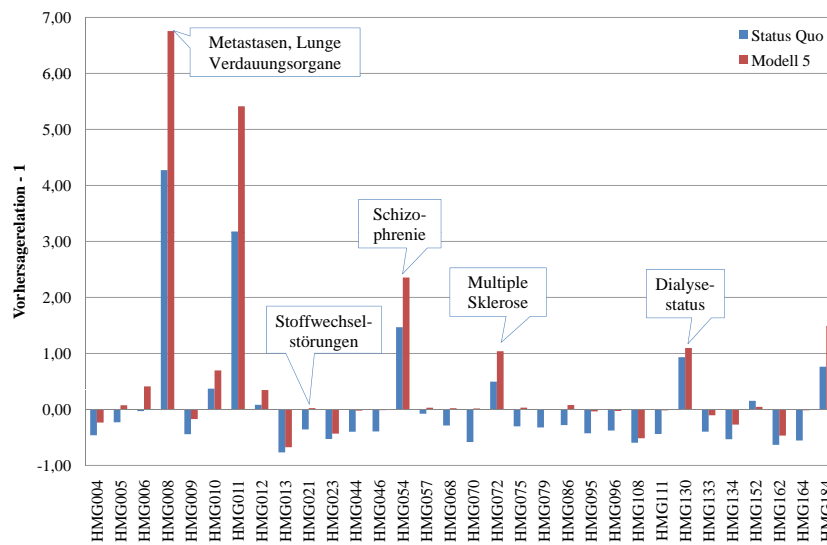


Abbildung 56: Vorhersagerelationen der Kinder für AG3HMG

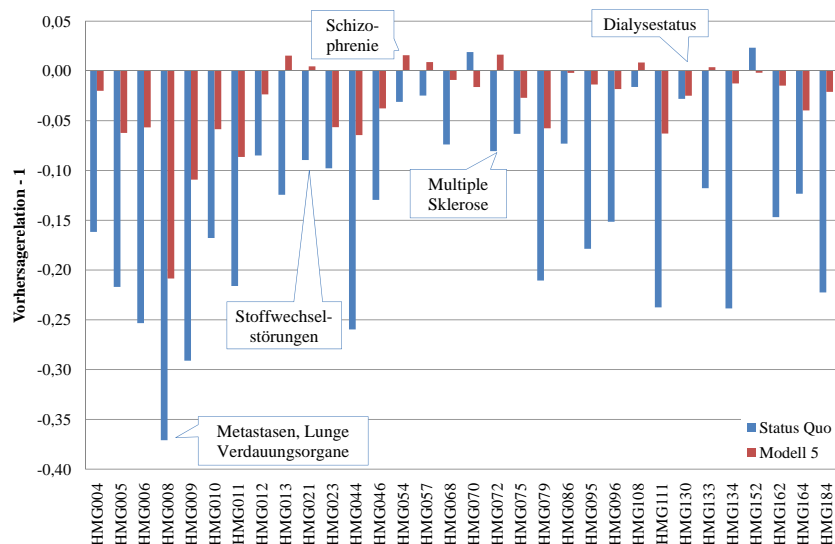


Abbildung 57: Vorhersagerelationen der Erwachsenen für AG3HMG

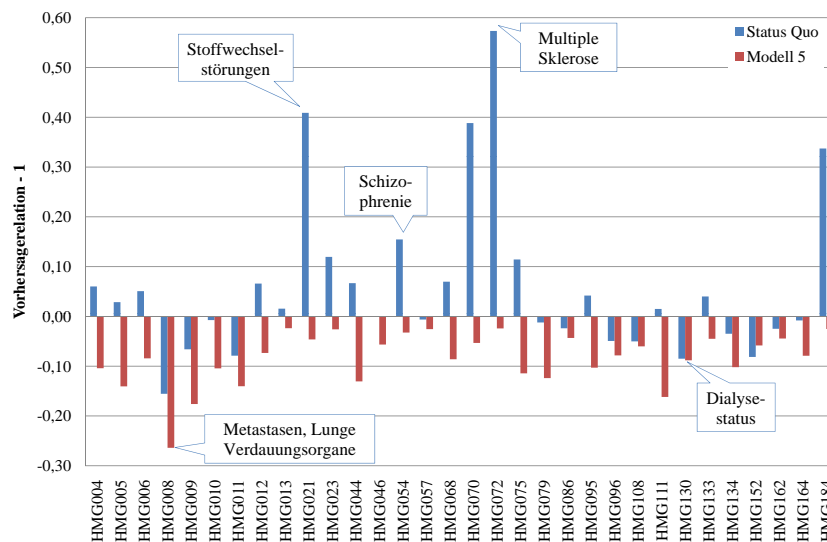


Abbildung 58: Vorhersagerelationen der über 65-jährigen für AG3HMG

In diesem Gesamtmodell können weiterhin die Zuschläge für Frauen mit denen für Männer verglichen werden. Abbildung 59 weist diese Zuschläge für HMGn, bei denen eine Differenzierung zwischen den Geschlechtern bestehen bleibt, im Vergleich zu den Zuschlägen nach dem Status Quo Modell aus. Diesen Zuschlägen werden die Vorhersagerelationen für Frauen (Abbildung 60) und Männer (Abbildung 61) gegenübergestellt. Der Mittelwert der Vorhersagerelationen der Frauen liegt niedriger (und weiter von eins entfernt) als im Status Quo Modell. Die Streuung nimmt allerdings deutlich ab. Für die Männer verbessern sich die Vorhersagerelationen im Schnitt bei ebenfalls abnehmender Streuung. Bei den Frauen können einige deutliche Überschätzungen (hier sticht wiederum Hämophilie hervor) verringert werden.

Auch die Interaktionen mit dem Status der Erwerbsminderung sind in Modell 5 enthalten. Abbildung 62 bildet die Zuschläge für die HMGn ab, für die Erwerbsminderungsinteraktionen im endgültigen Modell enthalten sind, und zwar differenziert nach Versicherten mit und ohne Anspruch auf Erwerbsminderungsrente. Für eine Einschätzung der Veränderung der Vorhersagegenauigkeit liefern die Abbildungen 63 und 64 die zugehörigen Vorhersagerelationen. Die Vorhersagerelationen für die Erwerbsminderungsrentner sind im Interaktionsmodell besser als im Status Quo Modell und die Streuung ist geringer. Und auch für die Versicherten ohne Anspruch auf Erwerbsminderung liegen die Vorhersagerelationen insgesamt näher bei eins.

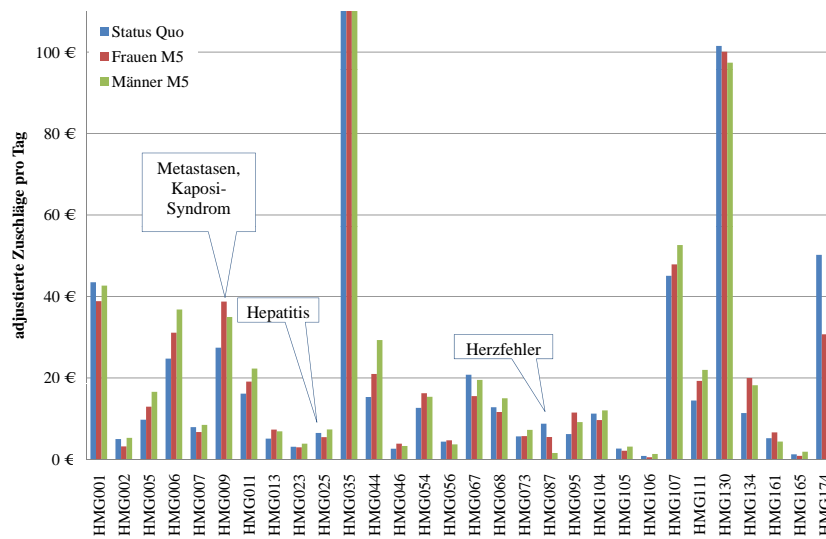


Abbildung 59: HMG-Zuschläge Status Quo vs. Modell 5 (nach Geschlecht)

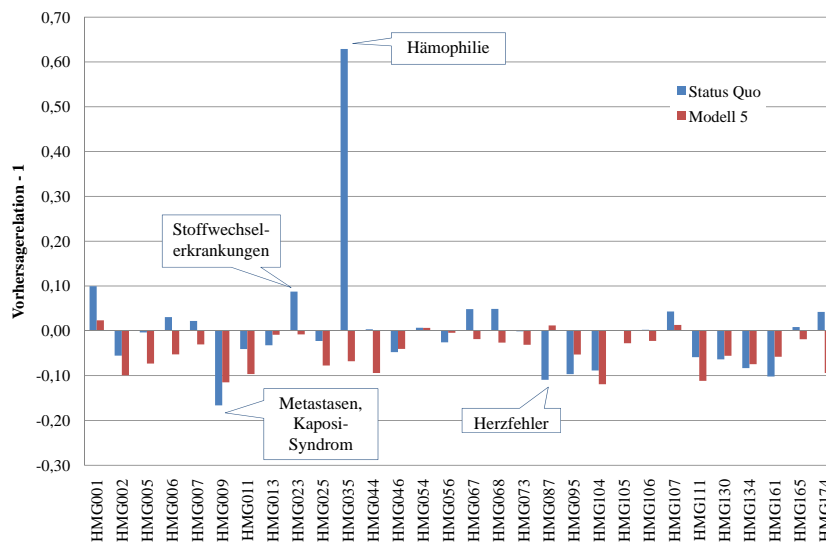


Abbildung 60: Vorhersagerelationen für Frauen, Modell 5

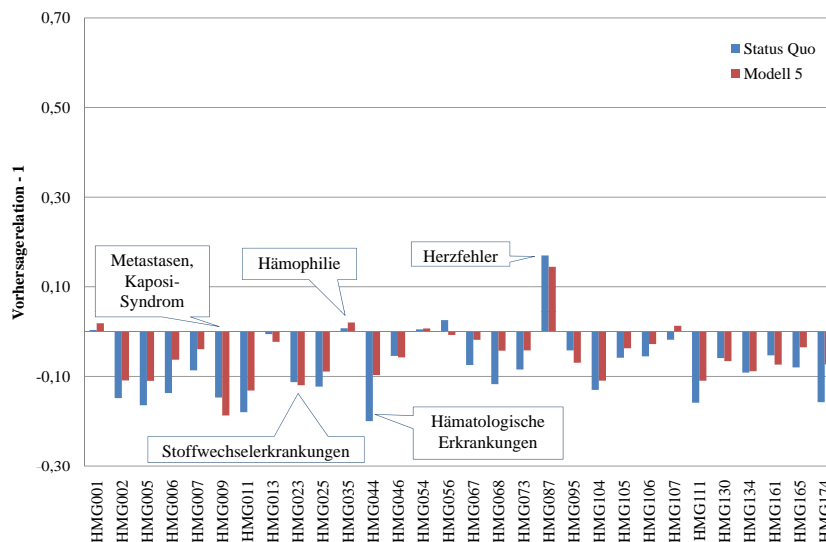


Abbildung 61: Vorhersagerelationen für Männer, Modell 5



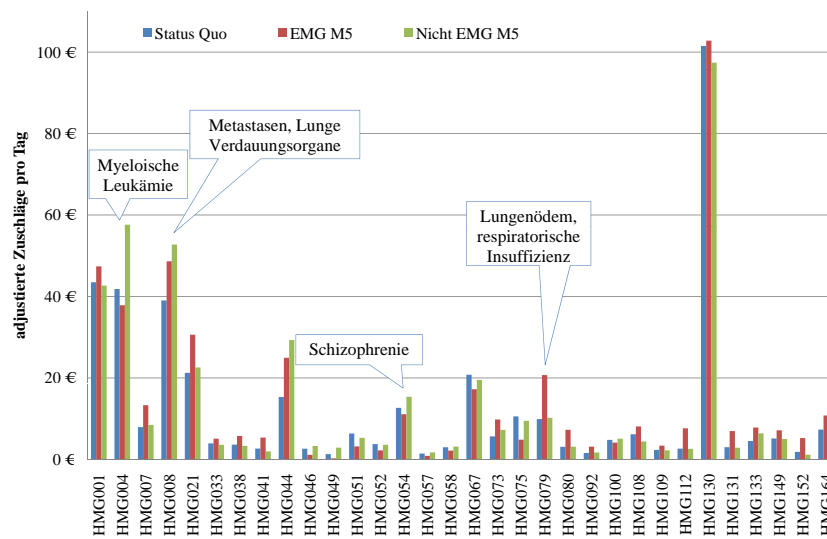


Abbildung 62: HMG-Zuschläge Status Quo vs. Modell 5 (nach EM-status)

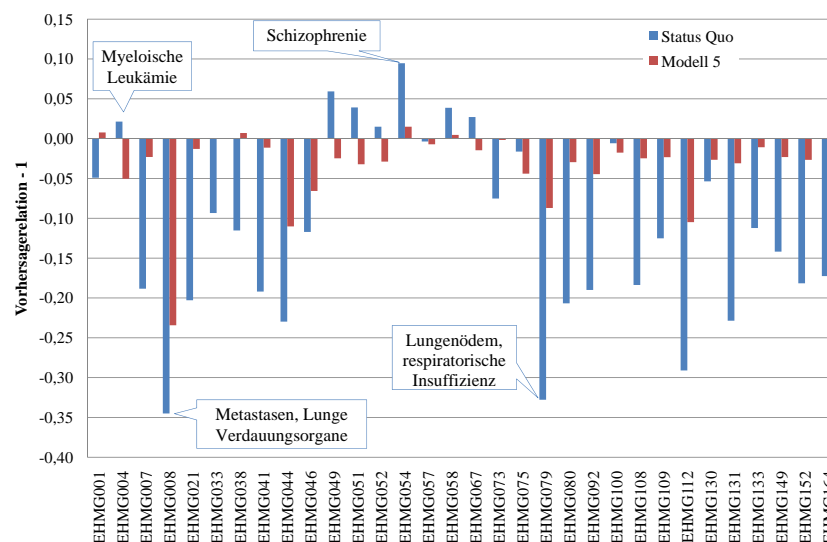


Abbildung 63: VR der HMGn für EM-Rentner, Status Quo vs. Modell 5

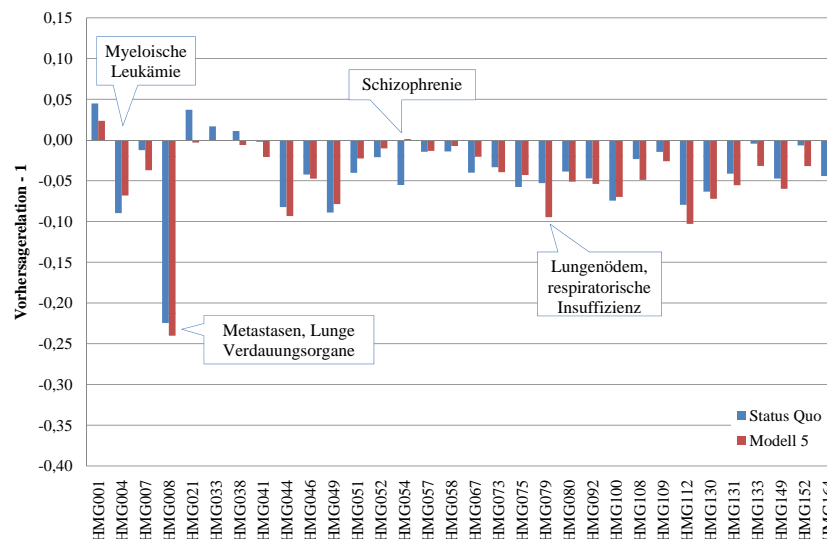


Abbildung 64: VR der HMGn für Nicht-EM-Rentner, Status Quo vs. Modell 5

**Tabelle 24:** Zuschlagskombinationen Modell 5

HMG-Zuschläge Modell 5	Summe größer		Summe kleiner	
	Interak. > 0	Interak. < 0	Interak. > 0	Interak. < 0
beide größer	3	7 (a)	-	8 (b)
beide kleiner	19 (c)	-	0	1
einer größer, einer kleiner	18 (d)	0	0	9 (e)

Für die HMGHMG-Interaktionsterme werden analog zu den Darstellungen für Modell 4 auch für Modell 5 die unterschiedlichen Kombinationen von Veränderungen der Schätzer gegenüber dem Status Quo Modell erläutert. Tabelle 24 gibt die Häufigkeiten der Konstellationen an.

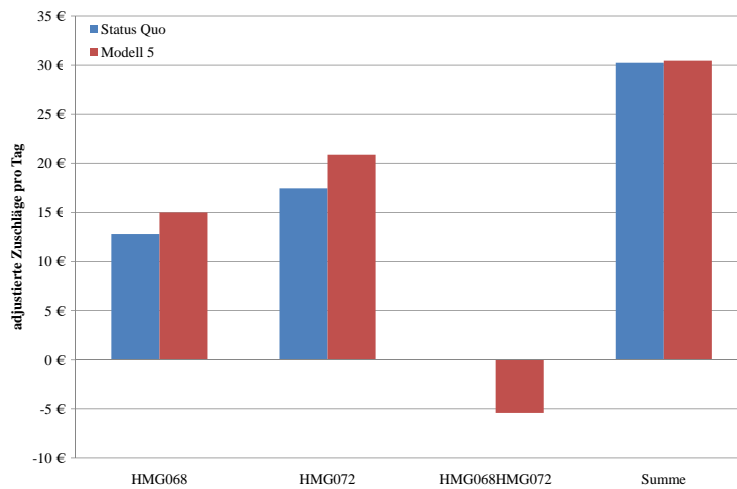
Zu (a)

Ein typisches Beispiel für die Kombination aus höheren Schätzern für die ursprünglichen HMGn mit einem negativen Schätzer für den Interaktionsterm, bei der der Zuschlag für von beiden Erkrankungen betroffenen Versicherten dennoch höher als im Status Quo Modell ist, gibt Abbildung 65 wieder. Die Erhöhungen der Zuschläge für HMG068 (Querschnittslähmung) und HMG072 (Multiple Sklerose) fallen so hoch aus, dass der negative Schätzer für den Interaktionsterm kompensiert wird und in Summe ein leicht höherer Zuschlag bei gleichzeitigem Auftreten der beiden Krankheiten im Vergleich zum Status Quo Modell erfolgt.

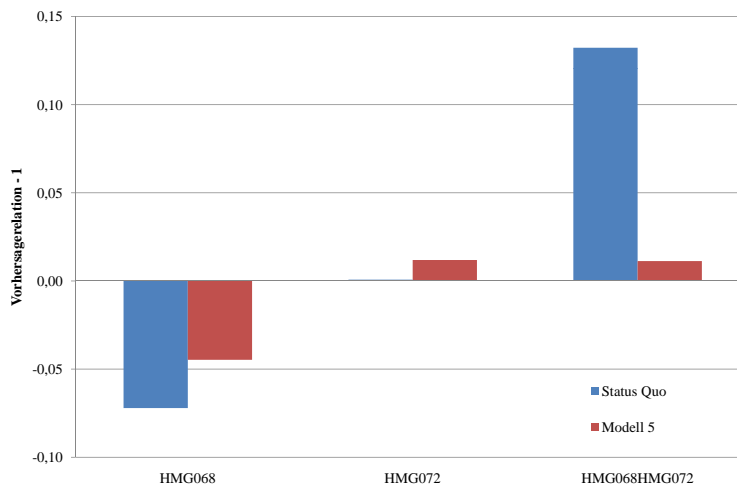
Dabei zeigt Abbildung 66, dass sich die Schätzgenauigkeit für HMG068 leicht verbessert. Für HMG072 überschätzt das Interaktionsmodell hingegen ein bisschen mehr. Dafür wird die deutliche Überschätzung für die von beiden Erkrankungen betroffenen Versicherten stark abgebaut.

Zu (b)

Bei der Kombination von HMG073 (Morbus Parkinson und Chorea Huntington) und HMG080 (Herzinsuffizienz) können die höheren Zuschläge für HMG073 und HMG080 nicht den Abschlag kompensieren, der sich bei gleichzeitigem Auftreten der Erkrankungen durch den Interaktionsterm ergibt, so dass in Summe



**Abbildung 65:** M5: Koeffizientenvergleich HMG068 und HMG072

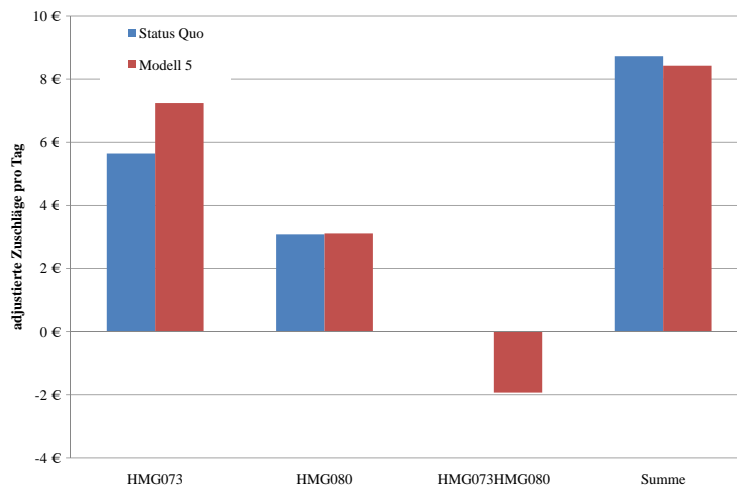


**Abbildung 66:** M5: Vorhersagerelationen HMG068 und HMG072

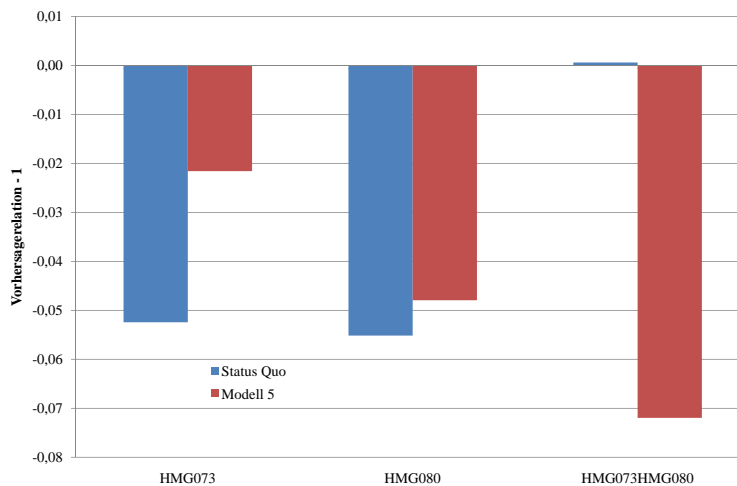
ein geringerer Zuschlag zugewiesen wird als im Status Quo Modell (vgl. Abbildung 67). Während sich die Vorhersagerelation für HMG073 und HMG080 verbessert, verschlechtert sie sich für die von beiden Erkrankungen betroffenen Versicherten (vgl. Abbildung 68). Im Status Quo Modell war sie nahezu eins ( $VR_{StatusQuo} = 1,0006$ ), im Interaktionsmodell beträgt sie  $VR_{M5} = 0,9281$ .

Zu (c)

Abbildung 69 gibt ein Beispiel für die Kombination aus zwei niedrigeren HMG-Zuschlägen mit einem positiven Zuschlag für die Interaktion, so dass sich in Summe ein deutlich höherer Zuschlag für an beiden Krankheiten leidende Versicherte



**Abbildung 67:** M5: Koeffizientenvergleich HMG073 und HMG080

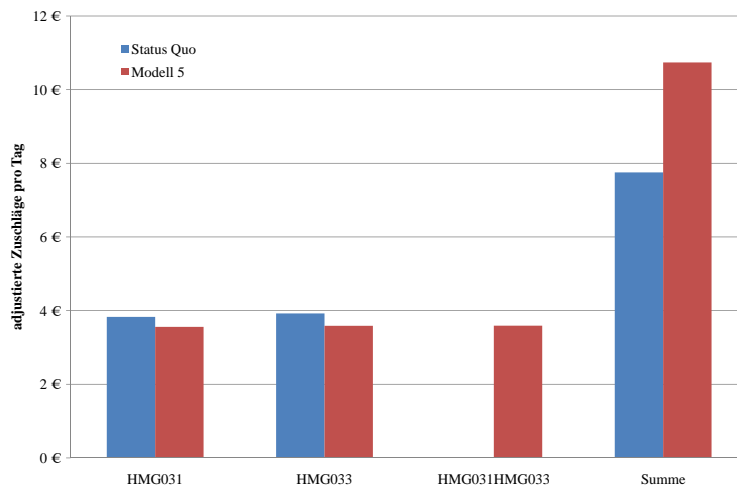


**Abbildung 68:** M5: Vorhersagerelationen HMG073 und HMG080

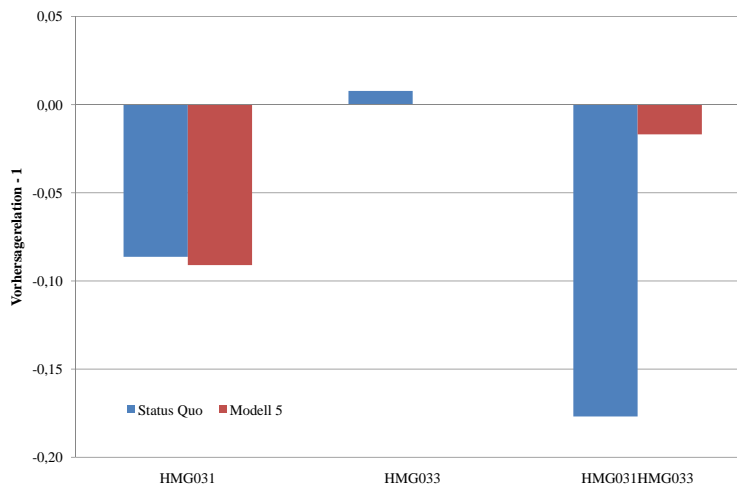
als im Status Quo Modell ergibt. Die Verringerung des Zuschlag für HMG031 (Ileus) führt allerdings zu einer Erhöhung der Unterdeckung für die betroffenen Versicherten. Bei HMG033 (chronisch entzündliche Darmerkrankungen) wird hingegen eine leichte Überdeckung abgebaut. Für die vom Interaktionsterm betroffenen Versicherten ergibt sich eine deutliche Reduktion der Unterdeckung.

Zu (d)

HMG134 (Fortgeschrittene chronische Niereninsuffizienz) und HMG176 (Transplantation der Niere) liefern ein gutes Beispiel für einen höheren und einen niedrigeren Zuschlag für die HMGn im Interaktionsmodell gegenüber dem Status Quo

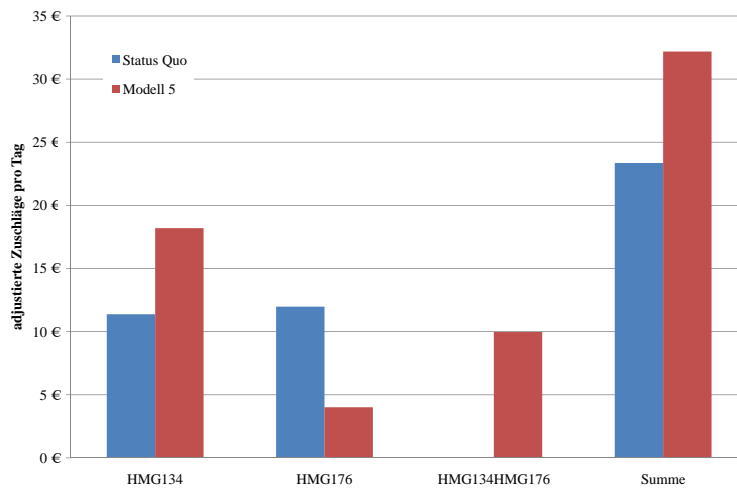


**Abbildung 69:** M5: Koeffizientenvergleich HMG031 und HMG033

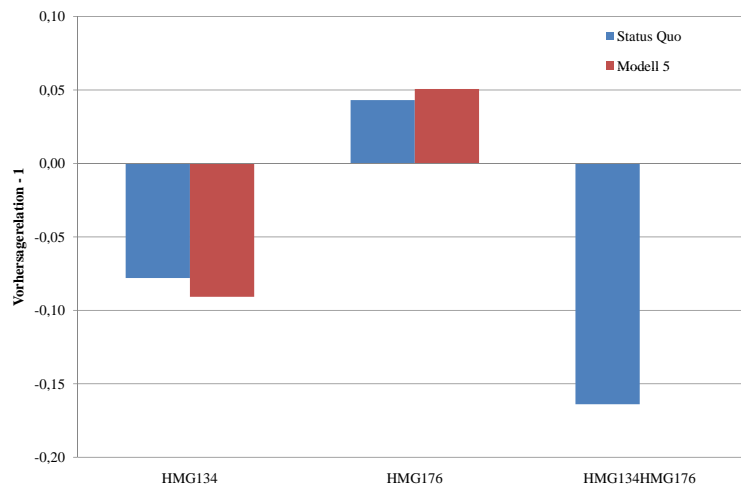


**Abbildung 70:** M5: Vorhersagerelationen HMG031 und HMG033

Modell, zusammen mit einem positiven Schätzer für die Interaktion, so dass sich in Summe ein höherer Zuschlag ergibt (vgl. Abbildung 71). Dabei fallen die Vorhersagerelationen erstaunlicherweise für die beiden HMGn schlechter aus als im Status Quo Modell: Obwohl sich ein höherer Zuschlag für HMG134 ergibt und hier eine Unterdeckung festzustellen war, fällt die Vorhersagerelation im Interaktionsmodell noch niedriger aus. Bei HMG176 ist es genau umgekehrt. Für die von beiden HMGn betroffenen Versicherten ergibt sich allerdings im Interaktionsmodell eine deutlich bessere Vorhersagerelation von nahezu eins (vgl. Abbildung 72).



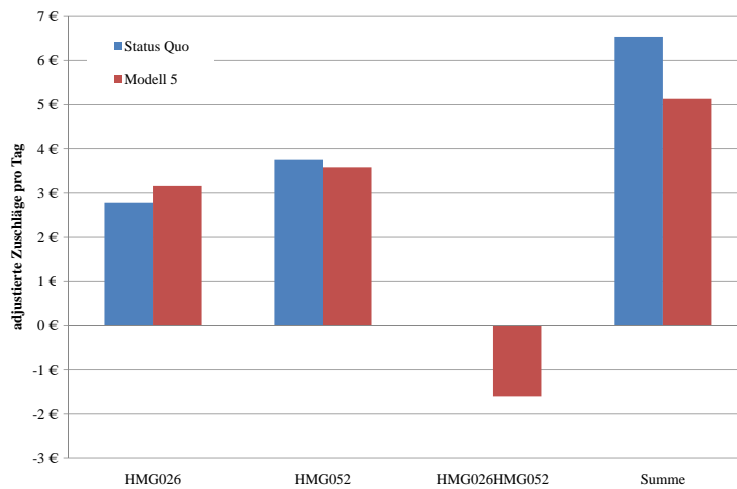
**Abbildung 71:** M5: Koeffizientenvergleich HMG134 und HMG176



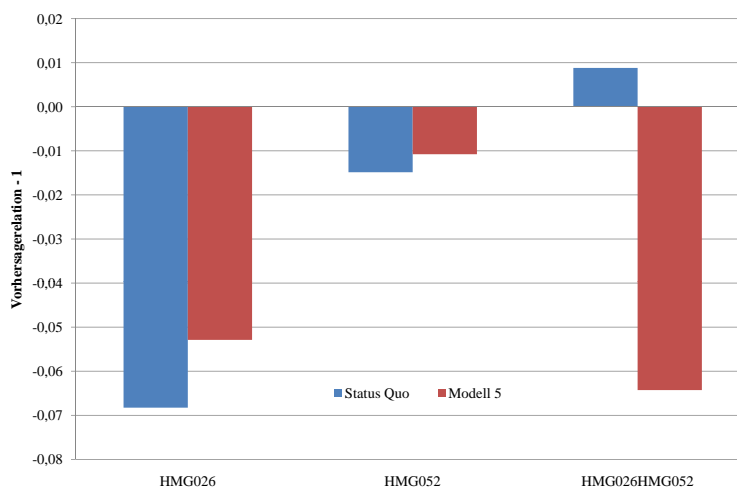
**Abbildung 72:** M5: Vorhersagerelationen HMG134 und HMG176

Zu (e)

Als letztes soll ein Beispiel gegeben werden für die Kombination von einem höheren Zuschlag für HMG026 (Leberzirrhose), einem niedrigeren Zuschlag für HMG052 (Alkohol- oder Drogenabhängigkeit) und einem negativen Zuschlag für die Interaktion, so dass in Summe ebenfalls ein niedrigerer Zuschlag resultiert. Die leichte Unterdeckung bei HMG026 wird durch den höheren Zuschlag etwas verringert; ebenso wird die geringe Überdeckung bei HMG052 durch den niedrigeren Zuschlag ebenfalls verbessert. Für die an beiden Erkrankungen leidenden Versicherten schlägt die sehr geringe Überdeckung in eine etwas deutlichere Unterdeckung um (vgl. Abbildungen 73 und 74).



**Abbildung 73:** M5: Koeffizientenvergleich HMG026 und HMG052



**Abbildung 74:** M5: Vorhersagerelationen HMG026 und HMG052

Es bleibt festzuhalten, dass verbesserte Vorhersagerelationen für eine Gruppe von Versicherten zumeist mit einer Verschlechterung für eine andere Gruppe von Versicherten einhergehen.

## 8. Diskussion

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, einen praktikablen Ansatz zu entwickeln, mit dessen Hilfe Wechselwirkungen im morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich berücksichtigt werden können und diesen Ansatz empirisch umzusetzen, um herauszufinden, ob darüber die Zielgenauigkeit des Morbi-RSA verbessert werden kann. In diesem Abschnitt wird das methodische Vorgehen bei der Bildung der Interaktionsvariablen und der Auswahl unter diesen Interaktionsvariablen diskutiert. Es schließt sich ein kritischer Blick auf die allgemeine Bewertung der Güte der Modelle, auf die Ergebnisse der einzelnen Modelle und auf die verwendete Datenbasis an. Im Weiteren wird auf die Validierung der Modelle eingegangen.

### 8.1. Bildung der Interaktionsvariablen

Es gibt viele Möglichkeiten, Interaktionsvariablen im Morbi-RSA Verfahren zu bilden. Daher bestand die Notwendigkeit, die „Wechselwirkungsgruppen“, also die Gruppen, zwischen denen Interaktionen gebildet und in das Modell eingeführt werden sollten, festzulegen. Wie in den Abschnitten 4 und 5.3 erläutert wurde, wurden für die vorliegende Arbeit Interaktionen zwischen Krankheiten untereinander sowie zwischen Alter, Geschlecht und dem Erwerbsminderungsstatus auf der einen Seite und den Krankheiten auf der anderen Seite, gewählt. Im Folgenden wird die Bildung dieser Interaktionsvariablen diskutiert. Abschließend wird darauf eingegangen, welche anderen Interaktionen es gibt, die näher untersucht werden könnten.

#### 8.1.1. Bildung der Krankheitsinteraktionen

Wie in Abschnitt 5.3.1 beschrieben, musste für die Bildung der Krankheitsinteraktionen erst definiert werden, wie der Begriff der „Krankheit“ zu operationalisieren ist.

#### ICD-Kodes und DxGruppen

Die Ebene der ICD-Kodes und der DxGruppen war für diese Arbeit zu detailliert, um sie für die Bildung von Interaktionen zu nutzen. Die vorliegende Arbeit ist empirisch ausgerichtet und es war nicht möglich, die Interaktionsvariablen vorab auf Basis von medizinischen Kriterien einzuschränken. Deshalb hätten nur alle



ICD-Kodes bzw. DxGruppen in die Bildung der Interaktionen aufgenommen werden können. Für ein solches Vorgehen sind beide Systematiken allerdings viel zu fein gegliedert und umfassen zu viele einzelne Kodes, als dass es ein praktikabler Ansatz gewesen wäre.

Generell ist jedoch denkbar, dass auch diese Systematiken eingesetzt werden könnten. Allerdings müsste eine vorherige medizinische Bewertung und daraus resultierende Einschränkung der ICD-Kodes respektive DxGruppen auf die aus medizinischer Sicht für Interaktionen relevant erscheinenden Kodes bzw. Gruppen vorgenommen werden. Auf Grund der Vielzahl der ICD-Kodes und DxGruppen, sowie der noch größeren Zahl von möglichen Wechselwirkungen, die unter ihnen und mit anderen möglichen Interaktionsvariablen (Alter, Geschlecht, Erwerbsminderung) bestehen können, wäre eine solche medizinische Bewertung, so sie denn umfassend auf das ganze Spektrum der ausgleichsrelevanten Krankheiten angewendet werden sollte, äußerst umfangreich.

Weiterhin ist die medizinische Einschätzung der Möglichkeit von Wechselwirkungen vermutlich auch unter Experten nicht einheitlich. Die empirische Überprüfung der ausgewählten Interaktionen würde zwar zeigen, ob es Wechselwirkungen gibt, die auch einen Einfluss auf die standardisierten Leistungsausgaben haben, allerdings würde weiterhin (voraussichtlich großes) Diskussionspotenzial bzgl. der nicht analysierten Interaktionen bestehen.

Aus diesen Gründen wird bezweifelt, dass ICD-Kodes und DxGruppen, selbst wenn sie theoretisch für die Bildung von Interaktionen herangezogen werden können, für die praktische Anwendung im Rahmen des Morbi-RSA sinnvolle Systematiken hierfür sind.

### Gruppen von HMGn

Wesentlich naheliegender erscheint die Zusammenfassung von HMGn zu Erkrankungsgruppen, für die dann Interaktionen mit anderen HMGn bzw. mit anderen Erkrankungsgruppen gebildet werden. Pope et al. (2000) haben dieses Vorgehen gewählt und ihre Auswahl auf ein nicht weiter dokumentiertes Verfahren mit den Kriterien medizinische Bedeutsamkeit und Prävalenz gestützt (vgl. hierzu auch Abschnitt 5.2).

Es wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Versuch unternommen, ohne eigene medizinische Bewertung eine Zusammenfassung von HMGn zu Gruppen vorzunehmen. Dazu wurden die Hierarchien verwendet, die das Bundesversicherungsamt gebildet hat. Innerhalb der Hierarchien dominieren die HMGn einander, was grafisch durch Pfeilverbindungen abgebildet wird; einem Versicherten, der zwei oder mehr HMGn einer Hierarchie zugeordnet bekommt, wird jeweils nur der Zuschlag für die in der Hierarchie an höchster Stelle stehende HMG zugeteilt. Es bot sich daher an, die HMGn entlang der sie in den Hierarchien verbindenden Pfeile zu Gruppen zusammen zu fassen. Dadurch ergaben sich 51 „Strangvariablen“. Wurde für einen Versicherten eine der HMGn innerhalb eines solchen Strangs dokumentiert, so nahm die Strangvariable den Wert Eins an, sonst den Wert Null.

Zwischen diesen Strangvariablen und den ursprünglichen HMGn wurden Interaktionen gebildet. Dann wurden – wie für alle anderen Interaktionsvariablen auch – die in Abschnitt 5.3.4 beschriebenen Auswahlkriterien angewendet und die verbleibenden Interaktionsvariablen wurden in das Regressionsmodell aufgenommen.

Es wurden zwei Modelle gerechnet: zum einen ein Modell, das nur die Interaktionen zwischen den Strangvariablen und den ursprünglichen HMGn enthielt (Modell 6) und zum anderen ein Gesamtmodell, das zusätzlich zu den Interaktionen der Modelle 1 bis 3 die Interaktionen zwischen den Strangvariablen und den HMGn enthielt (Modell 7). Die Ergebnisse dieser Modelle waren nur wenig besser als diejenigen des Modells mit HMGHMG-Krankheitsinteraktionen (Modell 4) und des Gesamtmodells mit HMGHMG-Krankheitsinteraktionen (Modell 5). Das  $\bar{R}^2$  des Modells 6 betrug immerhin 23,50% gegenüber 23,44% bei Modell 4. Das Gesamtmodell 7 lag mit einem  $\bar{R}^2$  von 23,89% jedoch nur minimal über dem Ergebnis des Gesamtmodells 5 mit einem  $\bar{R}^2$  Wert von 23,88%. Bei einer Analyse der Vorhersagerelationen konnten aber sowohl bei Modell 6 als auch bei Modell 7 für die von Interaktionen betroffenen Versicherten keinerlei eindeutige Aussagen getroffen werden. Für einige HMGn innerhalb der Strangvariablen verbesserten sich die Vorhersagerelationen, für andere verschlechterten sie sich; es ergab sich ein äußerst heterogenes Bild.

Dies liegt vermutlich daran, dass bei den Strangvariablen zu unterschiedliche Erkrankungen zusammengefasst wurden, so dass keine eindeutigen Wechselwirkun-

gen mit anderen HMGn bestanden. Auch die Zahl der HMGn, die zu Gruppen zusammengefasst wurden, war sehr unterschiedlich. Einige HMGn stehen in den Hierarchien alleine und sind nicht durch Pfeile mit anderen HMGn verbunden, wie bspw. HMG028 (Leberversagen, akute Lebererkrankung) siehe Abbildung 8 (S. 48). Diese HMGn bildeten alleine eine Strangvariable. Bei den bösartigen Neubildungen hingegen wurden sieben HMGn zu einer Strangvariablen zusammengefasst. Strangvariablen, die mehrere HMGn enthielten, hatten eine wesentlich höhere Wahrscheinlichkeit, die Kriterien der Häufigkeit und Relevanz zu erfüllen und ihre Wahrscheinlichkeit, tatsächlich in das Modell aufgenommen zu werden, war höher als bei Strangvariablen, die nur eine einzige HMG enthielten.

Einige Hierarchiestränge, wie bspw. der Diabetesstrang (vgl. Abbildung 7, S. 47), bestehen ausschließlich aus unterschiedlichen Schweregraden derselben Erkrankungen oder enthalten eine Erkrankung mit ihren unterschiedlichen Manifestationen. In anderen Hierarchiesträngen (so bspw. Hierarchie 6: Gastrointestinale Erkrankungen, in der HMG036 (Ösophagus, Reflux und andere Erkrankungen der Speiseröhre (ohne Ulkus und Blutung)), HMG031 (Ileus) und HMG033 (Chronisch entzündliche Darmerkrankungen) zusammengefasst sind) wurden sehr unterschiedliche Erkrankungen zu einer Strangvariablen zusammengefasst. Aus Sicht des medizinischen Laien scheint es fraglich, ob Interaktionen zwischen einer Kombination aus Ileus und Erkrankungen der Speiseröhre mit Alter, Geschlecht oder anderen Erkrankungen sinnvoll sein können.

Aus diesen Gründen wurde auf eine detaillierte Darstellung der Ergebnisse des Modells mit Strangvariablen in dieser Arbeit verzichtet. Es erscheint aber dennoch lohnend, den Ansatz einer Zusammenfassung der HMGn zu Erkrankungsgruppen für die Bildung von Interaktionstermen weiter zu verfolgen, nämlich dann, wenn die Gruppenbildung nach medizinisch sinnvollen Kriterien gewährleistet ist und somit aus klinischer Sicht homogene Gruppen gebildet werden können und keine Scheinkorrelationen bei medizinisch unsinnigen Gruppen entstehen.

### 8.1.2. Bildung der Altersinteraktionen

Für die Bildung der Altersinteraktionen wurden die Versicherten in drei Altersgruppen aufgeteilt: Die erste Gruppe umfasst die Kinder im Alter von null bis elf

Jahren. Die zweite Gruppe, die Gruppe der Erwachsenen, besteht aus den zwölf- bis 65-jährigen und die dritte Gruppe wird von den über 65-jährigen gebildet. Die Einteilung erfolgte an Hand der Systematik des Zuordnungsalgorithmus des Bundesversicherungsamtes und auf Grund der in den sozialen Sicherungssystemen gängigen Altersgrenze von 65 Jahren. Die Aufteilung in drei Gruppen ist nicht die einzig mögliche, andere Gruppenbildungen sind durchaus denkbar. Sie ist allerdings in keiner Weise willkürlich gewählt, da sie mit der Morbi-RSA-Logik konform geht und durch die Bildung der Gruppe der über 65-jährigen dem gehäuftten Auftreten von Multimorbidität im Alter Rechnung trägt.

Im Rahmen von Vorberechnungen wurden leicht abweichende Gruppen gebildet: für die Kinder wurde eine Gruppe aus den null- bis 17-jährigen gebildet, die Gruppe der Erwachsenen begann ab einem Alter von 18 Jahren. Die dritte Gruppe bestand auch bei diesen Berechnungen aus den über 65-jährigen. Die Ergebnisse zeigten für diese Einteilung marginal schlechtere Ergebnisse sowohl im  $\bar{R}^2$  als auch in den Vorhersagerelationen nach dem Alter. Daher wurde diese Einteilung in Altersgruppen wieder verworfen.

### 8.1.3. Bildung der Erwerbsminderungsinteraktionen

Anstatt nur eine einzige Variable „Anspruch auf Bezug von Erwerbsminderungsrente“ zu bilden, hätten auch andere Variablen für die Bildung der Interaktionsterme verwendet werden können. Die sechs EMGn oder zwei Variablen je nach Geschlecht hätten beispielsweise verwendet werden können. Da aber die Altersgruppen schon einen gewissen Einfluss des Alters kontrollieren und die aufgenommenen Geschlechtsdummies die Unterschiede zwischen den Geschlechtern auffangen, hätte eine zusätzliche Differenzierung bei den Erwerbsminderungsgruppen vermutlich nur sehr wenig Verbesserung des Modells gebracht. Es ist nicht auszuschließen, dass bspw. Männer, die einen Anspruch auf Erwerbsminderungsrente haben, signifikant höhere Kosten bei einer HMG verursachen als Frauen, die Anspruch auf Erwerbsminderungsrente haben. Dies könnte untersucht werden. Da aber die Zahl der betroffenen Versicherten verhältnismäßig gering ist und das Verbesserungspotential für das Modell als ebenfalls gering eingestuft wird, wurde in dieser Arbeit darauf zu Gunsten eines praktikableren, weil kleineren, Modells verzichtet.

#### 8.1.4. Sonstige Interaktionen

Es sind noch andere Variablen in den für den Morbi-RSA von den Krankenkassen an das Bundesversicherungsamt übermittelten Daten vorhanden (oder könnten erzeugt werden), die für die Bildung von Interaktionen geeignet wären. So könnte beispielsweise eine Variable „Hospitalisierung“ (mit den Ausprägungen „ja“ / „nein“) generiert werden, die mit den HMGn interagieren könnte. Dies hätte sicherlich den Vorteil, dass dadurch die schwerwiegenderen, behandlungsbedürftigeren und damit auch kostenintensiveren Verlaufsformen bestimmter Krankheiten identifiziert werden könnten und somit eine besser Anpassung an die tatsächlich verursachten Leistungsausgaben erreicht werden könnte.<sup>247</sup>

Allerdings würde der Einbezug einer solchen Variablen potenziell Fehlanreize für die Versorgung setzen. Denn wenn die Krankenkassen für hospitalisierte Patienten mehr Geld erhalten als für ambulant behandelte Patienten, dann entsteht ein deutlicher Anreiz zu vermehrten Krankenhauseinweisungen, was genau nicht Ziel der Versorgung sein soll. Der Grundsatz „ambulant vor stationär“, wie er in § 23 Abs. 4 SGB V festgelegt ist, könnte dadurch konterkariert werden.

Diese Arbeit beschränkt die Betrachtung von Interaktionen auf Zweiweg-Interaktionen; auf eine Kombination von mehr als zwei HMGn wurde verzichtet (vgl. hierzu auch Abschnitt 5.3.1). Diese Beschränkung ist hauptsächlich der Tatsache geschuldet, dass bisherige Arbeiten für Vierweg- und höhere Interaktionen keine Signifikanz nachweisen konnten. Ein Einbezug solcher Interaktionen erschien daher nicht zielführend. Die Anzahl der möglichen Dreiweg-Interaktionen ist enorm groß und eine Beschränkung auf medizinisch sinnvolle Interaktionen war im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Es könnte durchaus lohnend sein, für nach medizinischen Kriterien ausgewählte HMGn Dreiweg-Interaktionen zu bilden.

## 8.2. Auswahl der Interaktionsvariablen

Abschnitt 5.3.4 beschreibt, welche Kriterien herangezogen wurden, um zu entscheiden, welche konkreten Interaktionsterme in die Modelle aufgenommen wurden bzw. wann sie wieder ausgeschlossen wurden. Diese Kriterien haben einen

---

<sup>247</sup> Vgl. Leu & Beck (2007), S. 133 ff.

großen Einfluss auf die Anzahl der schlussendlich in den Modellen verbleibenden Interaktionen und damit auf die Schätzergebnisse der Modelle. Da es keine allgemein anerkannten Regeln für die Aufnahme und den Ausschluss von Interaktionstermen gibt, wurden in der Literatur für diese Arbeit zielführende Kriterien identifiziert und die jeweiligen Grenzwerte auf Grundlage vorliegender Untersuchungen und auf Basis eigener Berechnungen festgelegt.

Die einzelnen Kriterien lauten:

- Häufigkeitskriterium,
- Relevanzkriterium,
- Statistische Signifikanz.

An dieser Stelle wird diskutiert, welche Auswirkungen die Festlegung anderer Grenzwerte auf die Ergebnisse der Modelle voraussichtlich gehabt hätten.

### **8.2.1. Häufigkeitskriterium**

Unter dem Stichwort „Häufigkeitskriterium“ wurde festgelegt, dass Interaktionsvariablen, die bei weniger als 100 Versicherten in der Stichprobe dokumentiert waren, nicht in die Regression aufgenommen wurden. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass für die Interaktionsterme zuverlässige Schätzer ermittelt werden konnten. Bei den Geschlechtsinteraktionen wurde bei zwei insgesamt sehr seltenen HMGn eine Ausnahme gemacht. Die Interaktionsmodelle zeigten hier, dass trotz der geringen Häufigkeit ein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen besteht.

Die Grenze hätte auch generell unterhalb von 100 betroffenen Versicherten gesetzt werden können. Die Zahl der Interaktionsterme in den Modellen hätte sich vermutlich nicht stark erhöht, denn die meisten Interaktionsterme wären vermutlich ohnehin an dem Kriterium der Relevanz gescheitert, denn je weniger Versicherte betroffen sind, desto höher muss die Fehldeckung pro Person sein, damit das Relevanzkriterium erfüllt wird. Bei den beiden HMGn, bei denen für die Geschlechtsinteraktionen eine Ausnahme gemacht wurde – HMG035 (Hämophilie mit Dauermedikation) und HMG174 (Transplantation von Lunge, Graft-versus-host-Krankheit, Registrierung zur Organtransplantation sonstige Organe)

– handelt es sich um Erkrankungen mit überdurchschnittlich hohen Leistungsausgaben. Daher haben sie das Relevanzkriterium auch bei einer nur geringen Zahl von betroffenen Versicherten erfüllt. Dies wird aber nur bei den wenigsten anderen HMGN der Fall sein. Insofern dürfte eine niedrigere Grenze bei diesem Kriterium eine eher untergeordnete Rolle spielen.

Hingegen wäre eine höhere Grenze durchaus sinnvoll anzuwenden. Sie würde erreichen, dass eher seltene Krankheiten nicht bei den Interaktionstermen betrachtet würden. Zhao et al. (2001) haben in ihrer Arbeit eine Grenze von mindestens 500 betroffenen Versicherten eingesetzt. Für die HMGHMG-Interaktionen würde diese Grenze bedeuten, dass 1.502 HMGHMG-Interaktionen zusätzlich nicht das Häufigkeitskriterium passieren würden. Da aber von diesen 1.502 Interaktionstermen ohnehin nur 45 das Relevanzkriterium erfüllen und somit auch bei einer Mindestanzahl von 100 nicht ins Modell aufgenommen wurden, und von den 45 auch nur zehn signifikant sind (in Modell 4), würde sich an den Ergebnissen der Modelle vermutlich nur wenig ändern. Es wäre nur gewährleistet, dass zehn eher seltene Erkrankungen mit deutlichen Fehldeckungen nicht in das Verfahren einbezogen würden. Es ist fraglich, ob nicht gerade die hiervon betroffenen Versicherten Ziel von Risikoselektion sein könnten. Daher wird die Grenze von 100 Versicherten, wie sie in dieser Arbeit gesetzt wurde, als angemessen zur Erreichung der Ziele des Morbi-RSA angesehen.

### 8.2.2. Relevanzkriterium

In eine Regression sollen nur Interaktionsterme aufgenommen werden, die einen „relevanten“ Einfluss haben. Es wurden im Rahmen der Vorarbeiten für diese Arbeit mehrere Ansätze analysiert, wie die „Relevanz“ operationalisiert werden kann. So könnte ein Interaktionsterm als „relevant“ bezeichnet werden, wenn er eine festzulegende absolute Höhe übersteigt. Oder wenn sich der Schätzer für die betroffene Gruppe von Versicherten vom Schätzer des Status Quo Modells um einen festzulegenden absoluten Mindestbetrag unterscheidet. Auch könnten relative Veränderungen der Schätzer im Vergleich zum Status Quo betrachtet werden.

All diese Möglichkeiten wurden verworfen, da sie die Häufigkeit, mit der die Interaktionen auftreten, nicht berücksichtigen. So kann eine verhältnismäßig kleine

Veränderung eines Schätzers, der eine große Anzahl an Versicherten betrifft, insgesamt sehr große Auswirkungen haben. Daher wurden nicht die einzelnen Schätzer für die Beurteilung der Relevanz betrachtet, sondern die Gesamtzuweisungen und Gesamtkosten für die betroffenen Versichertengruppen.

Nur in dem Fall, in dem sich die Zuweisungen deutlich von den Leistungsausgaben der Versicherten unterscheiden, besteht überhaupt die Gefahr der Risikoselektion. Als Grenze, wann die Fehldeckung (Zuweisung abzüglich der Leistungsausgaben) so erheblich wird, dass sie als „relevant“ betrachtet werden kann, wurde in dieser Arbeit der Betrag von 20.000 Euro gewählt. Übersteigen oder unterschreiten die Zuweisungen die Leistungsausgaben um 20.000 Euro oder mehr, so wurde der zugehörige Interaktionsterm in die Regression aufgenommen.

Bei der Erarbeitung der methodischen Vorgehensweise für die vorliegende Arbeit wurden unterschiedliche Grenzen verwendet, denn die gewählten 20.000 Euro sind keine fest vorgegebene oder aus der Systematik des Morbi-RSA ableitbare Größe. Vielmehr zeigte sich, dass bei einer Grenze von nur 10.000 Euro der Großteil der aufgenommenen Interaktionsterme keine Signifikanz erreichte. Bei Grenzen von 50.000 bzw. 100.000 Euro hingegen verblieben nur so wenig Interaktionsterme, dass sich die Erklärungskraft der Modelle nur äußerst wenig verbesserte. Aus diesem Grund wurde die Grenze für diese Arbeit auf 20.000 Euro festgelegt.

### 8.2.3. Signifikanzkriterium

Interaktionsterme, die keinen signifikanten Beitrag zur Erklärungskraft liefern, wurden aus den Modellen wieder ausgeschlossen. Bei der Festlegung des Signifikanzniveaus für die vorliegenden Berechnungen wurde aus Gründen der Einheitlichkeit das vom BVA verwendete Signifikanzniveau von 0,001 gewählt. Dieser sehr hohen Anforderung genügen immer noch viele Interaktionsterme, weshalb dieses Niveau beibehalten wurde. Es wäre durchaus vertretbar, auf ein Niveau von 0,01 überzugehen, wodurch sich die Zahl der in den Modellen verbleibenden Interaktionsterme deutlich erhöht. Die Erklärungskraft (gemessen am  $\bar{R}^2$ ) erhöht sich dadurch allerdings nicht wesentlich.



### 8.3. Bewertung der Güte der Modelle

#### 8.3.1. Bestimmtheitsmaß und Cumming's Prediction Measure

Das BVA zog bislang als Hauptkriterium zur Bewertung der Güte seiner Modelle das  $R^2$  heran.<sup>248</sup> Aus diesem Grund wurde auch in dieser Arbeit auf das (adjustierte) Bestimmtheitsmaß ( $\bar{R}^2$ ) als Gütekriterium zurückgegriffen. Zusätzlich wurde zur Beurteilung der Gesamtgüte der Modelle das  $CPM$  berechnet, welches bisher vom Bundesversicherungsamt nicht als Gütekriterium verwendet wurde.

Der Unterschied zwischen diesen beiden Maßzahlen ist, dass das  $\bar{R}^2$  durch die Quadrierung der Abweichungen Ausreißer stärker gewichtet. Gelingt es durch ein Interaktionsmodell die Leistungsausgaben für einige (wenige) Ausreißer besser vorherzusagen, so wird sich das  $\bar{R}^2$  stärker verbessern als das  $CPM$  und umgekehrt.

Wie in Abschnitt 7.2.1 beschrieben, ist das beste Modell gemessen am adjustierten  $R^2$ -Wert das Modell 5. Es führt zu einem adjustierten  $R^2$ -Wert von 23,88% und somit zu einer Verbesserung gegenüber dem Status Quo in Höhe von 0,54 Prozentpunkten. Allerdings umfasst dieses Modell auch die meisten Interaktionsvariablen (183) und ist somit verhältnismäßig aufwändig in der Handhabung. Modell 1 hingegen erreicht mit nur 72 Interaktionsvariablen eine Verbesserung des adjustierten  $R^2$ -Wertes um 0,34 Prozentpunkte auf 23,68%. Von den einzelnen Interaktionen (Alters-, Geschlechts-, Erwerbsminderungs- und Krankheitsinteraktionen) tragen somit die Altersinteraktionen am meisten zur Verbesserung des Status Quo Modells bei. Hier liegt das größte Verbesserungspotenzial.

Die Bewertung der Modelle an Hand des  $CPM$  führt zu einem ähnlichen Ergebnis: Über diese Maßzahl ist ebenfalls Modell 5 das beste Modell mit  $CPM = 24,77\%$ . Modell 1 führt auch nach diesem Kriterium trotz der verhältnismäßig geringen Anzahl an Interaktionsvariablen zu einem deutlichen Anstieg (von 24,55% beim Status Quo Modell auf 24,65% bei Modell 1).

Nach beiden Gütemaßen schneidet das Status Quo Modell am schlechtesten ab. Alle Interaktionsmodelle bringen eine Verbesserung. Dabei sind die Rangfolgen,

---

<sup>248</sup> Vgl. hierzu auch Bundesversicherungsamt (2008d), S. 14.

**Tabelle 25:** Rangfolge der Modelle nach  $\bar{R}^2$ - und  $CPM$ -Wert

Rang	$\bar{R}^2$	$CPM$
1	5	5
2	1	1
3	3	4
4	4	3
5	2	2
6	Status Quo	Status Quo

die sich nach dem adjustierten Bestimmtheitsmaß und nach Cumming's Prediction Measure ergeben, leicht unterschiedlich (vgl. hierzu Tabelle 25).

Nach  $\bar{R}^2$  ist Modell 3 besser als Modell 4. Nach  $CPM$  hingegen ist Modell 4 Modell 3 vorzuziehen. Modell 3 wird also einige Ausreißer besser berücksichtigen als Modell 4. Es lässt sich dadurch keine eindeutige Aussage treffen, welches das bessere Modell ist.

Generell sind die Verbesserungen, die sich durch die Interaktionen ergeben, recht gering. Die maximale Verbesserung des  $\bar{R}^2$  beträgt 0,54%-Punkte, die des  $CPM$  maximal 0,22%-Punkte.<sup>249</sup> Das ist allerdings auch nicht verwunderlich, da es der Regel entspricht, dass die Einführung von Interaktionstermen am adjustierten Bestimmtheitsmaß (und auch am  $CPM$ ) nicht allzu viel ändert.

Die Einführung bspw. von Geschlechtsinteraktionen hebt „nur“ die Beschränkung auf, dass die Koeffizienten für Männer und Frauen bei einer HMG gleich sind. Statt die enthaltenen Informationen in einem einzigen Koeffizienten zu mitteln, werden die Informationen nach dem Geschlecht (bei den Geschlechtsinteraktionen) aufgeteilt und auf zwei Koeffizienten verteilt. Es erfolgt dadurch vorwiegend

<sup>249</sup> Um dies einordnen zu können, sei an dieser Stelle ein Beispiel aufgeführt: Das Bundesversicherungsamt hat bspw. für die Aufteilung der HMG für HIV/AIDS in HMG001 mit Dauermedikation und HMG184 ohne Dauermedikation einen Anstieg des  $R^2$  Wertes von 20,8233% auf 20,9181% (0,0948 Prozentpunkte Differenz) verzeichnet (vgl. Bundesversicherungsamt (2009a), S. 49). Die Gesamtverbesserung, die sich bei der Weiterentwicklung des Morbi-RSA in den letzten Jahren ergeben hat, setzt sich aus vielen kleinen Einzelverbesserungen zusammen.

eine andere Aufteilung der Varianz und die Gesamtreduktion der Varianz ist beschränkt. Deshalb ergibt sich normalerweise durch die Einführung von Interaktionstermen keine große Verbesserung des Bestimmtheitsmaßes.<sup>250</sup>

### 8.3.2. Mittlerer Absoluter Vorhersagefehler

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle angemerkt, dass einige Studien den mittleren absoluten Vorhersagefehler (mean absolute prediction error, *MAPE*) als Gütemaß verwenden. Der *MAPE* ist ein absolutes Maß, das eng mit dem relativen Maß *CPM* verwandt ist. *MAPE* ist definiert als:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^N |LA_i - \hat{LA}_i|}{N}. \quad (15)$$

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist auf Grund der immer gleichen Datenbasis der Nenner von *CPM* stets gleich, so dass sich keine Unterschiede in der Rangfolge der Modelle auf Basis von *MAPE* und *CPM* ergeben würden. Um aber einen Vergleich mit Berechnungen auf Basis anderer Daten zu ermöglichen, wurde hier nicht das absolute Maß des *MAPE* verwendet, sondern das *CPM*. Dadurch lassen sich die hier erzielten Ergebnisse mit Berechnungen in Folgejahren oder auf Basis anderer Stichproben vergleichen.

### 8.3.3. Vorhersagerelationen

Zusätzlich zu  $\bar{R}^2$  und *CPM* wurden Vorhersagerelationen zur Bewertung der Güte der Modelle berechnet, um die Auswirkungen von Modellveränderungen auf bestimmte Versichertengruppen darstellen zu können. Es zeigt sich, wie auch schon in früheren Untersuchungen festgestellt wurde,<sup>251</sup> dass Interaktionsterme, selbst wenn sie insgesamt zu einem höheren (adjustierten)  $R^2$ -Wert (und auch *CPM*) führen, für eine Versichertengruppe eine bessere Vorhersagerelation erreichen können, dass sich gleichzeitig für eine andere Gruppe von Versicherten die Vorhersagerelationen aber verschlechtern können. Auch über die Vorhersagerelationen ist demnach nicht immer eine eindeutige Bewertung der Modelle möglich.

Die Vorhersagerelationen nach Anzahl der HMGn sind alle sehr nah bei eins (vgl. Tabelle 12 auf S. 115 und Abbildung 18 auf S. 116). Dies ist nicht verwunderlich,

<sup>250</sup> Vgl. Hardy & Reynolds (2009), S. 216.

<sup>251</sup> Vgl. hierzu auch Schulte (2010), S. 142 f.

da die HMGN ja genau als erklärende Variablen in die Modelle einfließen.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass in der Gruppe der Versicherten ohne HMG-Zuordnung zwei „Typen“ von Versicherten enthalten sind: Zum einen fallen hierunter die tatsächlich gesunden Versicherten (bzw. solche, die zumindest nicht innerhalb des GKV-Systems behandelt werden und somit keine Leistungsausgaben für die gesetzlichen Krankenversicherungen verursachen), für die die Vorhersagerelationen deutlich über eins liegen dürften. Zum anderen sind in dieser Gruppe auch diejenigen Versicherten enthalten, die zwar erkrankt sind, allerdings nicht an einer im Morbi-RSA berücksichtigten Erkrankung. Für diese Versicherten werden die Vorhersagerelationen in aller Regel wohl deutlich unter eins liegen, so dass es für diese Versicherten zu Unterdeckungen kommt.

Daraus ergeben sich deutliche Selektionsanreize für die Krankenkassen. „Gesunde“ Versicherte sind auch weiterhin gute Risiken. Versicherte mit Erkrankungen, die nicht im Morbi-RSA erfasst werden, dürften im Allgemeinen „schlechte“ Risiken sein.

Ganz anders sehen die Vorhersagerelationen aus, die für die Versicherten – gruppiert nach ihren Leistungsausgaben – berechnet wurden. Tabelle 11 (S. 114) zeigt, dass für die Versicherten, die überhaupt keine Leistungsausgaben verursachen, sehr massive Überschätzungen vorliegen. Dies ist bei allen Modellen der Fall. Modell 3 sagt sogar noch mehr Leistungsausgaben voraus als das Status Quo Modell. Modell 1 bringt für diese Gruppe von Versicherten eine bessere Prognose als Modell 5. Es überschätzt mit 245.869.848 Euro aber immer noch äußerst deutlich.

Tabelle 10 (S. 112) verdeutlicht, dass für die Versicherten in den ersten vier Quintilen der Leistungsausgaben ebenfalls deutlich zu hohe Schätzungen durch die Modelle erfolgen. Für die teuersten Versicherten werden allerdings nur etwas über die Hälfte der tatsächlich anfallenden Leistungsausgaben vorhergesagt. Dabei sind die Unterschiede zwischen den Modellen sehr gering. Für das erste und das zweite Quintil bringt Modell 1 die besten Verbesserungen. Beim dritten und fünften Quintil ergibt Modell 5 positivere Veränderungen gegenüber dem Status Quo Modell. Beim vierten Quintil führt Modell 3 zur besten Veränderung. Lediglich Modell 4 bringt bei *allen* Quintilen eine Verbesserung. Die anderen Modelle

ergeben für mindestens ein Quintil eine Verschlechterung gegenüber dem Status Quo Modell. Bei einer maximalen Verbesserung von 0,0197 Prozentpunkten ist es allerdings müßig, die einzelnen Veränderungen genauer zu analysieren.

#### 8.3.4. Notwendigkeit eines Zielsystems

Die drei verwendeten Gütemaße führen, wie gezeigt wurde, nicht zu einer eindeutigen Aussage bzgl. der Vorteilhaftigkeit der Modelle. Daher wäre es sinnvoll ein Zielsystem zu entwickeln, das die Wahl unter verschiedenen Modellen auf eine breitere Basis stellte und aus dem eindeutige Entscheidungen abgeleitet werden könnten.<sup>252</sup> Dabei wäre das eigentliche Ziel des Morbi-RSA im Blick zu halten, nämlich die Vermeidung von Risikoselektion und der Ausgleich der unterschiedlichen Risikostrukturen der einzelnen Krankenkassen.

Es sind Situationen möglich, die trotz einer Verschlechterung der hier verwendeten allgemeinen Gütemaße ( $\bar{R}^2$  und  $CPM$ ) nicht zu Risikoselektion führen. Bspw. kann sich bei einer nur geringen Verschlechterung der Vorhersagen für eine große Gruppe von Versicherten das  $CPM$  verschlechtern (und in geringerem Maße natürlich auch das  $\bar{R}^2$ ). Da Krankenkassen für Maßnahmen der Risikoselektion Kosten berücksichtigen müssen und der diesen Kosten gegenüberstehende Nutzen einer gewissen Unsicherheit unterliegt, werden nur geringe prognostizierte Gewinne oder Verluste nicht zu Risikoselektion führen.<sup>253</sup>

Ebenso ist es denkbar, dass sich durch deutliche Verschlechterungen der Vorhersagegüte für einige wenige Versicherte mit sehr hohen Leistungsausgaben das  $\bar{R}^2$  verschlechtert, die Krankenkassen aber auf Grund einer hohen Aufmerksamkeit bei diesen Hochkostenfällen keine Möglichkeiten zur Risikoselektion haben. Besonders schwerwiegende Fälle könnten durch eine mediale Verbreitung zu sehr negativen Folgen für Krankenkassen führen.<sup>254</sup> Hierbei ist auch fraglich, ob die quadrierte Berücksichtigung der Abweichungen der prognostizierten von den tat-

<sup>252</sup> Es könnten bspw. bestimmte (besonders versorgungsrelevante) Gruppen festgelegt werden, für die die Vorhersagerelationen bestimmte Werte nicht über- bzw. unterschreiten dürften.

<sup>253</sup> Vgl. van Barneveld et al. (2000), S. 131, 133, Newhouse (2002), S. 163 oder auch van de Ven & van Vliet (1992), S. 23, die darauf hinweisen, dass für Risikoselektion die Zuweisungen weit über den Leistungsausgaben liegen müssen.

<sup>254</sup> So weisen bspw. Höppner et al. darauf hin, dass Krankenkassen keine „negative Außenwirkung“ erzeugen wollen, vgl. Höppner et al. (2006), S. 127.

sächlichen Leistungsausgaben, durch die das  $\bar{R}^2$  bei der Verschlechterung der Prognose für einzelne Ausreißer so deutlich abfällt, überhaupt dem Bewertungssystem der Krankenkassen entspricht.<sup>255</sup>

Aus diesen Gründen liegen die Gefahren der Risikoselektion vermutlich weder bei relativ geringen Verlusten / Einsparungen für viele Versicherte, noch bei sehr hohen Verlusten / Einsparungen für sehr wenige Versicherte, sondern irgendwo dazwischen. Wo genau die Grenzen zu ziehen wären, müsste für die Erstellung eines Zielsystems vorab geklärt werden.<sup>256</sup>

## 8.4. Ergebnisse der einzelnen Modelle

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der einzelnen Modelle, wie sie in Abschnitt 7.3 beschrieben wurden, analysiert, erläutert und diskutiert.

Generell ist bei der Analyse der Ergebnisse aller Modelle zu berücksichtigen, dass nicht in den Morbi-RSA einbezogene Erkrankungen (oder auch andere nicht berücksichtigte exogene Faktoren) sich über die von den Interaktionen betroffenen Versicherten unterschiedlich verteilen können. Nicht berücksichtigte Größen könnten systematisch unterschiedlich über die Altersklassen, die Geschlechter und die Versicherten mit bzw. ohne Anspruch auf Erwerbsminderungsrente sowie auf die Versicherten mit und ohne bestimmte Erkrankungen verteilt sein. Ist dies der Fall, weisen also bspw. über 65-jährige Diabetiker verstärkt eine weitere Erkrankung auf, die nicht im Morbi-RSA berücksichtigt ist, die zu höheren Leistungsausgaben führt und die bei den jüngeren Altersgruppen nur selten oder gar nicht auftritt, so wird dieser Einfluss durch den Schätzer für den Interaktionsterm zwischen der Altersgruppe der über 65-jährigen und den Diabetes HMGn niederschlagen. Der dann beobachtete Unterschied wäre nicht auf das Alter zurückzuführen, sondern auf den (nicht berücksichtigten) Einfluss der Komorbidität, der sich aber im Rahmen dieser Arbeit nicht isolieren lässt, nicht sichtbar ist und somit fälschlicherweise dem Einfluss des Alters zugeordnet würde. Trotzdem würde sich eine Verbesserung des Modells ergeben, da das Alter den Einfluss der nicht erfassten Krankheit auffangen würde.

<sup>255</sup> Vgl. van Barneveld et al. (2000), S. 132.

<sup>256</sup> Zur Diskussion der adäquaten Gütemaße vgl. auch Schäfer (2011).

Auffällig sind bei allen Modellen die zum Teil erheblichen Abweichungen der Vorhersagerelationen für die Alters- und Geschlechtsgruppen von eins. Die AGGn gehen als erklärende Variablen in die Modelle ein und deshalb wären eigentlich Vorhersagerelationen nahe eins zu erwarten. Der Grund für die Abweichungen liegt darin, dass für alle Versicherten die Leistungsausgaben annualisiert werden, nur für die Verstorbenen nicht. Ihre Ausgaben werden nicht annualisiert und gehen trotz ihrer nicht vollständigen Versichertenepisoden mit einem Gewicht von eins in die gewichtete Regression ein. Da die Versicherten im Durchschnitt in der Mitte des Jahres versterben, gehen deshalb die Leistungsausgaben von Verstorbenen nur zur Hälfte in die Berechnung der Zuschläge für die jeweilige Risikogruppe ein.

Folge hiervon ist, dass das Verfahren nicht mehr erwartungstreu schätzt, da in der Summe der Zuweisungen die Hälfte der Leistungsausgaben der Verstorbenen fehlt und damit nicht mehr der Summe der tatsächlichen Leistungsausgaben entspricht. Die Erwartungstreue muss deshalb durch einen Korrekturfaktor wiederhergestellt werden, der auf alle Risikogruppen angewendet wird und somit *alle* Risikozuschläge anhebt. Für Risikogruppen, die einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Verstorbenen aufweisen, werden dadurch aber die Ausgaben nicht vollständig ausgeglichen, so dass es zu Unterdeckungen kommt, wohingegen es bei Risikogruppen mit unterdurchschnittlicher Mortalität genau zum entgegengesetzten Fall, nämlich zu Überdeckungen kommt. Die Leistungsausgaben höherer Altersgruppen, die eine überdurchschnittliche Mortalität aufweisen, sind daher unterdeckt, während jüngere Altersgruppen mit einem unterdurchschnittlichen Anteil an Verstorbenen systematisch Überdeckungen erhalten.<sup>257</sup> Bei allen Modellen zeigen sich aus diesem Grund sehr ähnliche Verläufe der Vorhersagerelationen über die AGGn, wie bspw. in den Abbildungen 20 (S. 119) und 30 (S. 129) zu sehen ist.

Der wissenschaftliche Beirat hat in seinem Evaluationsbericht zum Risikostrukturausgleich die Vorhersagerelationen *ohne* Annualisierung der Leistungsausgaben für Verstorbene sowohl für Frauen als auch für Männer nach Altersgruppen getrennt abgebildet und diese den Vorhersagerelationen *mit* Annualisierung der

---

<sup>257</sup> Vgl. Wissenschaftlicher Beirat (2011), S. 144f.

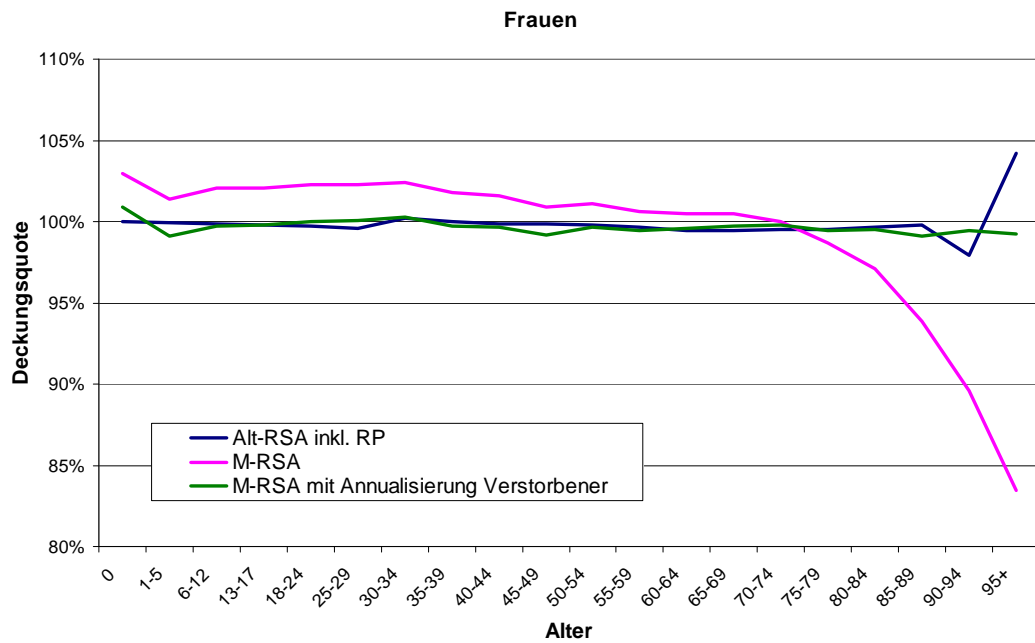
Leistungsausgaben gegenübergestellt (vgl. Abbildung 75 bzw. 76).

Es zeigt sich, dass die Vorhersagerelationen mit Annualisierung der Leistungsausgaben für Verstorbene sehr nahe bei eins liegen und die in den Grafiken für die Vorhersagerelationen der AGGn der einzelnen Modelle typischen Verläufe genau nicht mehr vorkommen.<sup>258</sup> Dadurch wird deutlich, dass die Abweichungen der Vorhersagerelationen von eins fast ausschließlich auf die Verstorbenenproblematik zurückzuführen sind. Die durch die Sonderbehandlung der Verstorbenen entstehenden Über- und Unterdeckungen können nicht durch Interaktionsterme beseitigt werden, da sie allein auf die fehlende Annualisierung der Leistungsausgaben zurückzuführen sind. Es existiert somit auf Basis der AGGn kein Verbesserungsbedarf bzgl. der Vorhersagerelationen, wenn dieses Problem behoben ist. Dadurch erklärt sich auch, warum die Vorhersagerelationen durch die Interaktionsmodelle nur äußerst geringfügig verbessert werden (können).

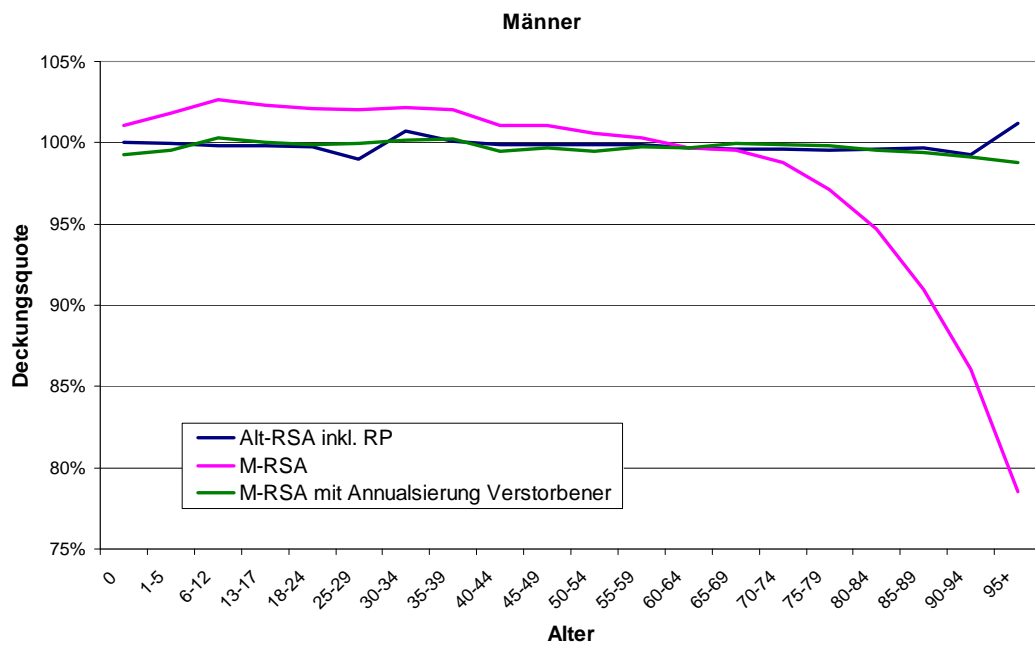
---

<sup>258</sup> Vgl. Wissenschaftlicher Beirat (2011), S. 144f.





**Abbildung 75:** Vorhersagerelationen mit und ohne Annualisierung, Frauen  
 Quelle: Wissenschaftlicher Beirat (2011), S. 145.



**Abbildung 76:** Vorhersagerelationen mit und ohne Annualisierung, Männer  
 Quelle: Wissenschaftlicher Beirat (2011), S. 145.

#### 8.4.1. Modell 1: Altersinteraktionen

Modell 1 enthält insgesamt 25 Interaktionen zwischen der Altersgruppe der Kinder (AG1) und den Morbiditätsgruppen (HMGn). Abbildung 22 (S. 121) zeigt, dass die Zuschläge für Kinder, bei den HMGn, bei denen Interaktionen mit der Altersgruppe der Kinder im endgültigen Modell enthalten bleiben, in fast allen Fällen höher ausfallen als die Zuschläge für Erwachsene und über 65-jährige und meist auch deutlich höher liegen als die Zuschläge im Status Quo Modell. Die Vorhersagerelationen zeigen (vgl. Abbildung 23 auf S. 121), dass sich die Anpassung für die betroffenen Kinder verbessert. Tatsächlich vorhandene Unterdeckungen werden abgebaut. Kinder, die an einer dieser Krankheiten leiden, haben demnach höhere Leistungsausgaben als der Durchschnitt der Erkrankten und ihre Leistungsausgaben lagen im Durchschnitt sowohl über den Leistungsausgaben der Erwachsenen als auch über denen der über 65-jährigen.

Für zwölf der HMGn, für die Interaktionen mit der Altersgruppe der Kinder im Modell verbleiben, weist das Interaktionsmodell zusätzlich signifikante Unterschiede zwischen den Leistungsausgaben der Erwachsenen und der über 65-jährigen auf. Für neun dieser HMGn (021, 044, 046, 065, 070, 080, 111, 131, 164) ergibt sich ein einheitliches Bild: Die Kinder erhalten den höchsten Zuschlag, die Erwachsenen einen niedrigeren, der aber immer noch größer als der Zuschlag im Status Quo Modell ist (abgesehen von HMG070, da liegt der Zuschlag für die Erwachsenen unter dem Zuschlag des Status Quo Modells) und die über 65-jährigen erhalten eine noch niedrigere, unter dem Zuschlag des Status Quo Modell liegende, Zuweisung. Bei diesen HMGn ist es offensichtlich so, dass die Behandlung in jüngeren Jahren höhere Folgekosten verursacht als im Alter.

Die einzigen Ausnahmen hiervon sind HMG073 (Morbus Parkinson und Chorea Huntington) und HMG112 (Sonstige Pneumonien, Empyem, Lungenabszess). Hier sinken die Zuschläge für die Kinder und liegen unter dem Zuschlag, den das Status Quo Modell ihnen zuweist, und unter den Zuschlägen sowohl für die Erwachsenen als auch für die über 65-jährigen, die sich im Interaktionsmodell ergeben. Die Zuschläge für die über 65-jährigen sind bei HMG073 und bei HMG112 niedriger als bei den Erwachsenen.

Auch bei HMG107 (Mukoviszidose) liegt der Zuschlag für die Kinder deutlich unter dem für die Erwachsenen (die über 65-jährigen erhalten den Zuschlag der Erwachsenen, da der Interaktionsterm auf Grund der geringen Prävalenz dieser Erkrankung im höheren Lebensalter das Kriterium der Häufigkeit nicht erfüllte und nicht in das Interaktionsmodell aufgenommen wurde).

Auf Grund der Krankheitsverläufe ist diese Entwicklung nicht verwunderlich. Manifestationen von Chorea Huntington treten in der Regel erst zwischen dem 30. und dem 50. Lebensjahr auf und verursachen dementsprechend auch erst in diesem Lebensalter erhöhte Leistungsausgaben.<sup>259</sup> Das durchschnittliche Manifestationsalter von Morbus Parkinson liegt zwischen 50 und 60 Jahre.<sup>260</sup> Nur bei fünf bis zehn Prozent der Parkinson-Patienten liegt das Erkrankungsalter vor dem 40. Lebensjahr.<sup>261</sup> Dabei kommt es mit zunehmendem Alter zu einer Zunahme der Störungen und damit auch zu erhöhten Leistungsausgaben.<sup>262</sup> Bei den über 65-jährigen sinkt der berechnete Zuschlag gegenüber den Erwachsenen ab, was eventuell auf die höhere Zahl der Versterbenden zurückzuführen sein könnte, bei denen evtl. weniger kurative als vielmehr palliative Maßnahmen notwendig sind. Die Behandlung von Mukoviszidose wird ebenfalls mit zunehmendem Alter auf Grund des zunehmenden Schweregrades und der zunehmenden Zahl der Symptome behandlungs- und damit offensichtlich leistungsintensiver.<sup>263</sup>

Eine weitere Ausnahme bildet HMG109 (Chronisch obstruktive Bronchitis/Emphysem (Alter > 17 Jahre), Asthma bronchiale, Status asthmaticus (Alter < 18 Jahre)): Hier steigen die prognostizierten Leistungsausgaben mit dem Alter an, so dass nicht nur der Zuschlag für die Kinder geringer ist als die Zuschläge für die anderen beiden Altersgruppen, sondern auch der Zuschlag für die über 65-jährigen über dem der Erwachsenen liegt. In diese HMG fließt zum einen ICD J46 (Status asthmaticus), aber nur für Versicherte unter 18 Jahren. Weiterhin umfasst HMG109 ICD J45 (Asthma bronchiale), welche für alle Altersgruppen in das

<sup>259</sup> Vgl. Pschyrembel (2010), Eintrag „Chorea Huntington“.

<sup>260</sup> Vgl. Pschyrembel (2010), Eintrag „Morbus Parkinson“.

<sup>261</sup> Vgl. Klein (2001), S. 1015.

<sup>262</sup> Vgl. z. B. Riedel et al. (2006) S. 377 zur Zunahme der demenziellen und psychotischen Syndrome mit zunehmendem Alter sowie Pschyrembel (2010) Eintrag „Morbus Parkinson“ im Allgemeinen.

<sup>263</sup> Vgl. Stern (2008).

Klassifikationssystem aufgenommen wird. Die ICDs J43 (Emphysem), J44 (sonstige chronische obstruktive Lungenkrankheit) und J98 (sonstige Krankheiten der Atemwege) fließen nur für Versicherte ab 18 Jahren in die Klassifikation ein.<sup>264</sup> Das Interaktionsmodell zeigt, dass es einen signifikanten Unterschied der Leistungsausgaben zwischen den Altersgruppen gibt. Dies kann daran liegen, dass die Krankheiten, die auf bestimmte Altersgruppen bezogen sind, sich deutlich in ihren Leistungsausgaben unterscheiden. Ein weiterer / anderer Grund könnte sein, dass bei den Erkrankungen, die für alle Altersgruppen in das Klassifikationsverfahren eingehen, mit dem Alter eine intensivere Behandlung notwendig ist, die höhere Leistungsausgaben verursacht.

Die Vorhersagerelationen zeigen, dass sich die Prognosen für die Kinder überall dort deutlich verbessern, wo Interaktionen mit der Altersgruppe der Kinder im Modell enthalten sind. Auch für die Erwachsenen verbessern sich die Vorhersagerelationen bei diesen HMGn. Für die über 65-jährigen verschlechtern sie sich in den meisten Fällen, allerdings nicht sehr stark (vgl. Abbildung 24 auf S. 124).

Bei den Interaktionen mit der Altersgruppe der über 65-jährigen ist das Bild nicht ganz so positiv (vgl. Abbildung 27, S. 126). Hier verschlechtern sich bei den über 65-jährigen die meisten Vorhersagerelationen. Durch die fast überall niedrigeren Zuschläge für die über 65-jährigen verschwinden die wenigen Überdeckungen, die im Status Quo Modell enthalten waren und schlagen in zum Teil deutliche Unterdeckungen um. Die Unterdeckungen, die sich bereits im Status Quo Modell ergaben, sind im Interaktionsmodell wesentlich ausgeprägter. Für die Kinder verbessern sich die meisten Vorhersagerelationen. Die höheren Zuschläge für sie führen größtenteils dazu, dass Unterdeckungen im Status Quo Modell abgebaut werden.

Auffällige Ausnahmen sind HMG008, HMG011, HMG053, HMG072, HMG084 und HMG184. Hier werden deutliche Überdeckungen noch weiter ausgebaut. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die durchschnittlichen Leistungsausgaben der betroffenen Kinder offenbar deutlich unter denen der Erwachsenen liegen. Da aber alle diese Erkrankungen seltener als 100-mal bei Kindern dokumentiert (abgese-

---

<sup>264</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009d).

hen von HMG184 fanden sie sich sogar alle seltener als 25-mal in den Daten) waren, wurden für die Kinder keine Interaktionsterme in das Modell aufgenommen. Dadurch erhalten die Kinder denselben Zuschlag wie die Referenzgruppe der Erwachsenen und da deren Zuschlag steigt, steigen auch die Überdeckungen bei den Kindern. Für die Erwachsenen ergeben sich für die von Interaktionen mit den über 65-jährigen betroffenen HMGn durchweg Verbesserungen. Einige wenige Überdeckungen werden abgebaut; zumeist werden durchaus deutliche Unterdeckungen verringert.

Umgekehrt verhält es sich bei HMG107 (Mukoviszidose). Hier sind die Leistungsausgaben für die über 65-jährigen wesentlich niedriger, als für andere Versicherte mit dieser Diagnose. Sie erhalten aber dieselben Zuweisungen wie die Erwachsenen, da auf Grund der äußerst geringen Häufigkeit dieser Diagnose bei den über 65-jährigen der Interaktionsterm nicht in das Modell aufgenommen wurde. Die Überschätzung erhöht sich gegenüber dem Status Quo Modell, da durch den Interaktionsterm für die Kinder, die im Schnitt weniger Leistungsausgaben verursachen, der Zuschlag für die Erwachsenen (und eben auch für die über 65-jährigen) steigt. Wäre der Interaktionsterm für die über 65-jährigen im Modell belassen worden, hätte sich für diese Altersgruppe sicherlich ein wesentlich geringerer Zuschlag ergeben.

Das Bundesversicherungsamt hat bei seiner Anpassung des Modells von 2010 auf 2011 einen Alterssplit für HMG107 eingeführt. Versicherte mit für die Klassifikation gültigen Diagnosen, die jünger als zwölf Jahre sind, werden HMG218 (Mukoviszidose, Alter < 12 Jahre) zugeordnet. Ältere Versicherte werden bei gültiger Krankenhausdiagnose und/oder gültigen Diagnosen aus dem vertragsärztlichen Bereich und einer Validierung über bestimmte Arzneimittelverschreibungen HMG217 ((Mukoviszidose, Alter > 11 Jahre) zugeordnet.<sup>265</sup>

Als Begründung für diesen Alterssplit führt das Bundesversicherungsamt an, dass dadurch „... eine trennscharfe Differenzierung zweier unter Kostengesichtspunkten völlig unterschiedlicher Versichertengruppen ...“ gelingt.<sup>266</sup> Durch diesen Alterssplit im aktuellen Morbi-RSA Verfahren kann genau das erreicht werden, was

---

<sup>265</sup> vgl. Bundesversicherungsamt (2010a), S. 97.

<sup>266</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2010a), S. 99.

auch über die Einführung von Interaktionen zu erreichen ist: Auf der einen Seite können durch die Verringerung der Zuschläge für die Kinder Überdeckungen in dieser Altersgruppe abgebaut werden und auf der anderen Seite können Unterdeckungen bei den Erwachsenen durch eine Erhöhung der Zuschläge reduziert werden.

Das BVA gibt in Anlage 1 zur Bekanntmachung zum Gesundheitsfonds Nr. 1/2011 als Zuschlag für HMG217 ca. 66,82 Euro pro Versichertentag an, für HMG218 werden rund 34,55 Euro pro Versichertentag ausgewiesen.<sup>267</sup> Diese Werte sind vom Betrag her nicht direkt mit den in dieser Arbeit errechneten Zuschlägen vergleichbar, da sie aus einem anderen Modell stammen, auf einer anderen Datenbasis berechnet wurden und im Gegensatz zu den hier präsentierten Werten auf die Gesamtleistungsausgaben der GKV adjustiert wurden. Allerdings lässt sich das Verhältnis der beiden Zuschläge gut mit dem sich aus dem Interaktionsmodell ergebenden Verhältnis vergleichen: Der Zuschlag für Kinder (HMG218) ist in etwa halb so groß wie der Zuschlag für über 11-jährige (HMG217). Im Interaktionsmodell ergibt sich für über 11-jährige ein Zuschlag von 49,69 Euro; Kindern werden 25,18 Euro zugewiesen. Auch hier beträgt der Zuschlag für die unter 12-jährigen in etwa 50% des Zuschlags für die anderen Altersgruppen.

Die Veränderungen bei den Zuweisungen je Zuschlagsgruppe (vgl. Tabelle 13, S. 117) bestätigen das Bild, das sich bei den Koeffizientenschätzern zeigt, auch in Summe über alle Versicherte. Die Zuweisungen für die Kinder und Erwachsenen, die über HMGn erfolgen, steigen gegenüber dem Status Quo Modell an. Bei den Kindern um knapp 22,14% und bei den Erwachsenen um gut 6,13%. Die Zuweisungen für die über 65-jährigen verringern sich bei den HMGn und etwa 5,26%. Genau umgekehrt stellt sich die Lage bei den AGGn dar. Hier verlieren die Kinder und Erwachsenen insgesamt an Zuweisungen (knapp 5% respektive ca. 4,19%), während die über 65-jährigen immerhin gut 8,52% gegenüber dem Status Quo in Summe mehr erhalten. Bildet man die Summen nicht über die Zuschlagsgruppen, sondern über die Altersklassen, so zeigt sich, dass die Verschiebungen für die Kinder nahezu ein Nullsummenspiel sind: Insgesamt erhalten die Kinder nicht einmal 369.000 Euro mehr, die Abzüge bei den HMGn gleichen die Erhöhung der Zu-

---

<sup>267</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2011).

schläge bei den AGGn nahezu aus. Die über 65-jährigen erhalten gut 7,5 Mio. Euro mehr, das sind knapp 0,21% Anstieg gegenüber dem Status Quo, auch hier findet also vorwiegend eine Verschiebung innerhalb der Altersgruppe statt. Die Erwachsenen gewinnen gut 16,7 Mio. Euro, aber das sind bezogen auf die Zuweisungen über AGGn und HMGn im Status Quo Modell auch nur knapp 0,47%. Die insgesamt knapp 24 Mio. Euro, die im Interaktionsmodell in die AGGn und HMGn fließen, kommen sämtlich aus den EMGn und damit von einer Teilgruppe der Erwachsenen.

An Morbi-RSA relevanten Krankheiten leidende Kinder sind demnach teurer, als der Durchschnitt der Erkrankten und die nicht an einer Morbi-RSA relevanten Krankheit leidenden Kinder verursachen weniger Leistungsausgaben, als im Status Quo Modell vorhergesagt wird. Ebenso verhält es sich bei den Erwachsenen. Demgegenüber verursachen die über 65-jährigen, die eine im Morbi-RSA berücksichtigte Erkrankung haben, geringere Leistungsausgaben als die Erwachsenen und Kinder mit diesen Erkrankungen. Die über 65-jährigen, die keine Morbi-RSA relevante Erkrankung aufweisen, sind hingegen teurer. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die älteren Versicherten häufiger an anderen, nicht berücksichtigten Erkrankungen als der Durchschnitt der Versicherten leiden. Es könnte auch auf die höhere Anzahl an Versterbenden in dieser Altersklasse zurückzuführen sein.

Modell 1 erreicht die zweitgrößte Gesamtverbesserung gegenüber dem Status Quo Modell (vgl. Tabelle 25 auf Seite 172) mit einem Anstieg des  $\bar{R}^2$ -Wertes und des *CPM* um 0,34 Prozentpunkte respektive 0,1 Prozentpunkte (vgl. Tabelle 9, S. 110). Die Altersinteraktionen bergen somit im Vergleich zu den anderen betrachteten Interaktionen das größte Verbesserungspotenzial. Wie die Analyse der Vorhersagerelationen zeigt, treffen die Vorhersagen für einen Großteil der Versicherten die tatsächlichen Leistungsausgaben insgesamt besser. Bei den Kindern werden deutliche Unterdeckungen abgebaut. Bei den 65-jährigen verschlechtern sich die Vorhersagerelationen für die von etlichen HMGn betroffenen Versicherten allerdings im Gegenzug.

#### 8.4.2. Modell 2: Geschlechtsinteraktionen

Wie Tabelle 16 auf S. 128 zeigt führen die Interaktionsterme kaum zu Verschiebungen der Zuweisungen zwischen den Geschlechtern. Insgesamt verlieren die Männer die verschwindend geringe Summe von 812.093 Euro an die Frauen. Die Interaktionen führen vielmehr dazu, dass bei den Frauen Geld aus den HMGn abfließt und vorwiegend in die AGGn hineinfließt (nur zu einem sehr geringen Anteil fließt es in die EMGn). Bei den Männern hingegen erhöhen sich die Zuweisungen für die HMGn, während die Zuweisungen über die AGGn und die EMGn absinken.

30 der 40 enthaltenen Geschlechtsinteraktionen sind negativ und führen dazu, dass der Zuschlag für die Frauen absinkt (vgl. Abbildung 32, S. 131). Dadurch erhöht sich der korrespondierende Zuschlag für die Männer. Durchschnittlich verursachen Frauen, die bspw. an chronischer Hepatitis (HMG027) leiden, ca. 2,80 Euro geringere Leistungsausgaben am Tag als Männer. Nur bei zehn HMGn ergibt sich für die Frauen ein höherer Zuschlag.

Diese Ergebnisse zeigen, dass die an Morbi-RSA relevanten Erkrankungen leidenden Frauen im Durchschnitt weniger Leistungsausgaben im Folgejahr verursachen als die Männer, wohingegen die Frauen, die an keiner im Morbi-RSA Verfahren berücksichtigten Krankheit leiden, im Durchschnitt teurer sind als die Männer. Dies ist wahrscheinlich auf unterschiedliche Gründe zurückzuführen. So kann es sein, dass Frauen häufiger an nicht im Morbi-RSA berücksichtigten Erkrankungen leiden als Männer, so dass sie darüber höhere Leistungsausgaben verursachen. Dass also die Auswahl der berücksichtigten Krankheiten in gewisser Weise „männerlastig“ ist. Dies würde erklären, warum die AGG-Zuschläge der Frauen im Interaktionsmodell steigen, denn hier werden die Einflüsse der nicht berücksichtigten Erkrankungen aufgefangen. Dies würde sich decken mit Erkenntnissen, dass Frauen insgesamt mehr Krankheiten aufweisen als Männer, dass Männer aber eher an schweren und lebensbedrohlichen Erkrankungen leiden, die vermutlich eher die Kriterien für die Krankheitsauswahl erfüllen.<sup>268</sup> Weiterhin liegt die Varianz der Leistungsausgaben der Männer über der der Frauen. Insbesondere die Hochkostenfälle häufen sich bei den Männern. Betreffen diese Hochkostenfälle im

---

<sup>268</sup> Vgl. Faltermaier (2007), S. 35.



Morbi-RSA erfasste Krankheiten, so muss eine Differenzierung der Zuschläge genau zu dem zu beobachtenden Ergebnis der höheren Zuschläge für Männer führen.

Bei der Interpretation des Koeffizientenschätzers für Frauen bei HMG035 ist zu berücksichtigen, dass nur fünf Frauen überhaupt HMG035 zugeordnet bekamen. Dennoch ergibt sich ein signifikanter Unterschied in den Leistungsausgaben für Männer und Frauen. Auch bei HMG174 ist anzumerken, dass das Häufigkeitskriterium verletzt wurde (vgl. Abschnitt 5.3.4). Allerdings sind hier immerhin 92 Frauen im Datensatz enthalten, denen HMG174 zugewiesen wurde. Der Schätzer für den Zuschlag für Frauen mit HMG174 wird also deutlich verlässlicher sein als der für HMG035.

Insgesamt sind die Unterschiede der Koeffizientenschätzer zwischen Männern und Frauen relativ gering, was sich auch in den geringen Verschiebungen zwischen den Zuschlagsgruppen insgesamt ausdrückt. Auch die geringe Verbesserung der Gütemaße, die durch die Einführung von Geschlechtsinteraktionen in das Modell zu erreichen ist, spricht dafür, dass es zwar signifikante Unterschiede in den Leistungsausgaben zwischen Männern und Frauen gibt, dass sich aber keine sonderlich große Verbesserung des Gesamtmodells durch ihre Berücksichtigung erreichen lässt (vgl. Tabelle 9, S. 110). Für einzelne Erkrankungen lassen sich dennoch eindeutige Verbesserungen der Schätzung erzielen, wie die Vorhersagerelationen zeigen (vgl. Abbildungen 33 und 34, S. 131). Bei elf HMGn verbessern sich die Vorhersagerelationen sowohl für Frauen als auch für Männer. Dies ist z. B. bei HMG023 (andere schwerwiegende endokrine und Stoffwechselerkrankungen) der Fall. Bei den restlichen 29 verbleibenden Interaktionen verbessert sich zwar immer für ein Geschlecht die Vorhersagerelation, für das andere verschlechtert sie sich allerdings.

#### 8.4.3. Modell 3: Erwerbsminderungsinteraktionen

Tabelle 18 (S. 133) gibt an, wie sich die Zuweisungen je Zuschlagsgruppe verändern. Es war zu erwarten, dass die Einführung von Interaktionen zwischen dem Erwerbsminderungsstatus und den HMGn dazu führt, dass sich die Zuweisungen über die Morbidität für Versicherte mit Anspruch auf Erwerbsminderung erhöhen. So steigen die Gesamtzuweisungen, die über die Morbiditätsgruppen an

Erwerbsminderungsrentner verteilt werden, um rund 11% gegenüber dem Status Quo Modell an. Der vermutete höhere Schweregrad der Erkrankung, der sich im Anspruch auf Erwerbsminderungsrente niederschlägt, müsste mit höheren Leistungsausgaben einhergehen und so zeigt es auch das Modell. Die Zuweisungen, die den Erwerbsminderungsrentner über die HMGn zufließen, werden bei den Versicherten ohne Anspruch auf Erwerbsminderungsrente gekürzt. Es findet hier also eine Umverteilung innerhalb der Gruppe der von Morbi-RSA relevanten Erkrankungen betroffenen Versicherten zu Gunsten der Erwerbsminderungsrentner statt, die sich bei den nicht Erwerbsminderungsrentnern aber nur mit einer Verringerung der HMG-Zuweisungen von knapp 1,43% niederschlägt. In Summe werden über die Morbidität lediglich 6,8 Mio. Euro weniger verteilt, das sind nur knapp 0,18% im Vergleich zum Status Quo.

Das den Erwerbsminderungsrentnern zusätzlich über die HMGn zufließende Geld muss im Interaktionsmodell nicht mehr über die EMGn verteilt werden, weshalb sich die Zuweisungen hier verringern. Mit einer um knapp 29% niedrigeren Gesamtzuweisung für die EMGn im Vergleich zum Status Quo Modell, fällt die Verringerung sehr deutlich aus.

Das aus den EMGn und HMGn abfließende Geld wird zusätzlich über die AGGn verteilt. Abgesehen von den Neugeborenen und den 25- bis 29-jährigen, die in Modell 3 weniger als im Status Quo Modell zugeteilt bekommen, erhalten alle Altersgruppen, sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern, höhere Zuweisungen (wenn auch die Differenz zum Teil sehr gering ausfällt). Dies zeigt auch der Vergleich der einzelnen Zuschläge in Abbildung 35 auf Seite 135. Am deutlichsten (wenngleich auch hier gering) ist der Anstieg bei den 65- bis 84-jährigen; sie erhalten pro Jahr knapp 84 Euro mehr als im Status Quo Modell, dies ist eine Steigerung um ca. 6,3%. Abbildung 36 gibt wieder, dass die Unterdeckungen in den höheren Altersklassen durch den Anstieg der Zuschläge minimal abgebaut werden.

Von den 44 im Modell verbleibenden Interaktionstermen führen 31 zu einem Zuschlag, der für Erwerbsminderungsrentner bei Vorliegen der entsprechenden HMG höher ist als für Versicherte ohne Anspruch auf Erwerbsminderungsrente (vgl. Abbildung 38, S. 138). Unter Berücksichtigung der Vorhersagerelationen zeigt sich,

dass für die Erwerbsminderungsrentner tatsächlich im Durchschnitt höhere Leistungsausgaben dokumentiert sind. Gerade bei Erkrankungen wie „Lungenmetastasen und Metastasen der Verdauungsorgane“ (HMG008), „Akutes Lungenödem und respiratorische Insuffizienz“ (HMG079) oder auch bei „Fortgeschrittene chronische Niereninsuffizienz“ (HMG134) macht sich dies bemerkbar. Die signifikant höheren Leistungsausgaben der EM-Rentner werden im Interaktionsmodell besser berücksichtigt.

Lediglich bei 13 HMGn ergibt sich ein für die Erwerbsminderungsrentner niedrigerer Zuschlag. Gerade bei den psychischen Erkrankungen (HMG051 „Alkohol- oder drogeninduzierte Psychose“, HMG054 „Schizophrenie“, HMG057 „Depressive Episoden“) sinken die Zuschläge für EM-Rentner ab. Ob dies medizinisch bzw. in der Versorgung begründet ist, kann im Rahmen dieser Arbeit nicht geklärt werden. Klar ist aber, da sich auch hier die Vorhersagerelationen für die EM-Rentner fast überall verbessern, dass die niedrigeren Zuschläge die tatsächlichen Leistungsausgaben besser prognostizieren.

Bei den Versicherten, die keinen Anspruch auf EM-Rente haben, verschlechtert sich im Gegenzug allerdings der Großteil der Vorhersagerelationen (vgl. Abbildung 40, S. 138). Das Geld, das die Zuweisungen für die EM-Rentner erhöht, fehlt bei den Nicht-EM-Rentnern. Nur bei einigen wenigen HMGn wie bspw. HMG021 „Sehr schwere Stoffwechselstörungen (Hypopituitarismus, alpha-1-Antitrypsinmangel, näher bezeichnete Sphingolipidosen)“ verbessern sich die Vorhersagerelationen für alle Versicherten.

Es wäre zu erwarten gewesen, dass sich die Vorhersagerelationen für die EMGn verbessern. Allerdings zeigt Abbildung 37 auf Seite 136, dass sich die Vorhersagerelationen nur für die EMGn verbessern, für die das Status Quo Modell überschätzt, nämlich EMG1, EMG2 und EMG4. Für die drei anderen EMGn vergrößern sich vorhandene Unterschätzungen. Hierbei ist anzumerken, dass die schlechteste Vorhersagerelation, die für EMG6, mit  $VR_{M3} = 0,9799$  immer noch sehr gut ist. Da die EMGn als erklärende Variablen in das Modell eingehen, müssen die Schätzungen für die zugehörigen Versicherten gut sein.

#### 8.4.4. Modell 4: Krankheitsinteraktionen

Modell 4, das Krankheitsinteraktionen berücksichtigt, führt insgesamt zu einer Verschiebung von Zuschlägen aus den AGGn und EMGn hin zu den Morbiditätsgruppen (vgl. Tabelle 21 auf S. 139). Während die Summe über die Zuweisungen für die Interaktionsterme negativ ist (ca. -10,76 Mio. Euro), erhöhen sich die Zuweisungen für die ursprünglichen HMGn um knapp 14 Mio. Euro. Der Saldo der Beträge ist allerdings so gering, dass sich die Gesamtzuweisungen für die Morbiditätsgruppen nur um gut 0,08% gegenüber den Zuweisungen im Status Quo erhöhen. Die Verringerung der Zuweisungen bei den AGGn und EMGn fällt so gering aus (die Zuweisungen für die AGGn verringern sich nur um knapp 0,05% und die der EMGn nur um ca. 8%), dass es kaum eine Auswirkung auf die AGG- und EMG-Zuschläge gibt und sich somit auch die Vorhersagerelationen praktisch nicht verändern. Die Einführung von Krankheitsinteraktionen hat also fast keine Verteilungseffekte zwischen den Zuschlagsgruppen. Es findet vorwiegend eine Verschiebung der Zuweisungen innerhalb der Morbiditätsgruppen statt.

Bei der Betrachtung der Vorhersagerelationen für die einzelnen HMG-Kombinationen und die ihnen zu Grunde liegenden HMGn zeigt sich, dass sich meist für mindestens eine Gruppe die Vorhersagerelation verschlechtert. Dabei ist es wichtig zu beachten, dass die einzelnen HMGn ganz unterschiedlich vielen Versicherten zugewiesen werden. So verschlechtert sich für die vom Interaktionsterm HMG073HMG080 betroffenen Versicherten die Vorhersagerelation zwar von  $VR_{StatusQuo} = 1,0006$  auf  $VR_{M4} = 0,9262$ , aber hiervon sind nur 7.130 Versicherte betroffen. Hingegen profitieren von der Verbesserung der Vorhersagerelation um  $\Delta VR = 0,0307$  bei HMG073 24.287 Versicherte. Die relativ geringe Verbesserung der Vorhersagerelation bei HMG080 in Höhe von  $\Delta VR = 0,0056$  kommt 159.592 Versicherten zu Gute (vgl. Abbildung 42 auf Seite 141).

Ein anderes Beispiel ist das kombinierte Auftreten von HMG027 und HMG051. Von HMG027 sind 9.981 Versicherte betroffen, von HMG051 13.379. Für diese Versicherten verschlechtert sich die Vorhersagerelation im Interaktionsmodell. Für die Versicherten, die an beiden Krankheiten leiden ergibt sich aber eine deutliche Verbesserung der Vorhersagerelation. Dies sind allerdings nur 798 Versicherte (vgl. Abbildung 43, S. 143). Die Jahreszuweisung pro Versicherten für HMG027

sinkt um ca. 410 Euro auf ca. 1.135 ab. Die Jahreszuweisung pro Versicherten für HMG051 sinkt von ungefähr 2.323 Euro auf gut 1.931 Euro. Dafür steigt die Zuweisung pro Versicherten für die von beiden HMGn betroffenen Versicherten um knapp 1.000 Euro von ca. 3.870 Euro auf ungefähr 4.825 Euro.

Ein ähnliches Bild ergibt sich für die meisten HMG-Kombinationen. Insgesamt erreicht das Interaktionsmodell die bessere Vorhersage. Es stellt sich an dieser Stelle aber die Frage, welche Verteilungssituation die günstigere ist. Ist es im Gesamtkontext der GKV besser, wenn wie im ersten Beispiel viele Versicherte zu Lasten einiger weniger ein bisschen besser gestellt werden oder ist es wie im zweiten Beispiel besser, wenn verhältnismäßig viele ein bisschen schlechter gestellt werden, um eine Gruppe von wenigen Versicherten deutlich besser zu stellen?

Um diese Frage beantworten zu können, muss normativ festgelegt werden, welches Verteilungsergebnis gewünscht ist. In die Betrachtung sollte gegebenenfalls die Verteilung der jeweils betroffenen Versicherten auf die unterschiedlichen Krankenkassen berücksichtigt werden. Es sollte weiterhin in das Kalkül aufgenommen werden, wie die Versorgungssituation für die betroffenen Versicherten aussieht. Hat eine Absenkung der Zuweisungen um 410 Euro (wie bei HMG027) Auswirkungen auf die Versorgung der Versicherten bzw. hat die Steigerung der Zuweisung um knapp 1.000 Euro für Versicherte, die sowohl von HMG027 als auch von HMG051 betroffen sind, Versorgungsfolgen? Da in fast allen Fällen mindestens eine Gruppe von Versicherten schlechter gestellt wird als im Status Quo Modell, muss im Blick behalten werden, welche Konsequenzen sich für diese Versicherten ergeben würden, ob sich ihre Versorgung voraussichtlich verschlechtern würde und ob durch eine ungleiche Verteilung dieser Versicherten über die Krankenkassen sich eine Verschlechterung der Wettbewerbsfähigkeit bestimmter Krankenkassen ergeben würde.

Auffällig ist, dass von den 70 Interaktionstermen (57 betroffene HMGn), die im Modell enthalten bleiben, neun eine Kombination von HMG013 (Sonstige ernste bösartige Neubildungen) mit anderen HMGn sind. Dabei ist der Interaktionsterm bei sieben Kombinationen negativ, nur bei zweien (mit HMG031 (Ileus) und HMG045 (Agranulozytose und andere Störungen des Immunsystems)) ist der Schätzer für den Interaktionsterm positiv. Dies könnte eventuell darauf zurück-

zuföhren sein, dass in HMG013 Neubildungen unterschiedlichster Lokalisation zusammengefasst sind und kein klares Krankheitsspektrum abgegrenzt wird, so dass viele Möglichkeiten zu Interaktionen mit anderen Krankheiten gegeben sind.

Auch HMG080 (Herzinsuffizienz) ist neunmal von Interaktionen betroffen. In fünf Fällen ergibt sich für den Interaktionsterm ein negativer Schätzer, in den anderen vier Fällen ergibt sich ein positiver Schätzer. Eventuell könnte die recht hohe Beeinträchtigung des Allgemeinzustandes der Patienten mit Herzinsuffizienz ein Grund für die Vielfalt der signifikanten Interaktionen sein.

Letztendlich kann im Rahmen dieser Arbeit nicht geklärt werden, warum gerade diese beiden HMGn (HMG080 und HMG013) mit Abstand am häufigsten bei den Interaktionstermen signifikant sind. Beide HMGn sind unter den zehn am häufigsten zugewiesenen HMGn dieses Datensatzes. Allerdings weisen andere HMGn, wie bspw. HMG084 und HMG019, die beide häufiger vorkommen, nur zwei signifikante Interaktionen auf. Es kann also nicht allein auf die Häufigkeit zurückgeführt werden. Ob (und wenn ja welche) medizinischen Gründe für diese Häufung vorliegen, bleibt einer weiteren Überprüfung vorbehalten.

An Abbildungen 47 und 48 auf Seite 145 kann eine weitere Auffälligkeit gezeigt werden. Obwohl der Zuschlag für HMG041 im Interaktionsmodell niedriger ausfällt als im Status Quo Modell, wird die vorhandene leichte Unterdeckung geringfügig abgebaut. Dieses Phänomen tritt vereinzelt auch in anderer Form auf: die Zuweisung steigt, wobei entweder eine vorhandene Unterdeckung ebenfalls steigt oder eine Überdeckung sinkt. Die Versicherten, die einen Zuschlag für HMG041 erhalten, müssen also in Summe über die anderen Zuweisungen einen höheren Betrag erhalten als im Status Quo. Die EMG-Zuweisungen des Interaktionsmodells liegen alle unter denen des Status Quo Modells. Die AGG-Zuweisungen steigen maximal im einstelligen Centbereich, während der Zuschlag für HMG041 um knapp 54 Cent pro Tag sinkt. Daher muss der Großteil der Erhöhung der Zuweisung aus den anderen HMGn bzw. über die Interaktionen kommen. Für diese Verschiebung ist vermutlich der kombinierte Einfluss aller Interaktionsterme verantwortlich.

#### 8.4.5. Modell 5: Gesamtmodell

Modell 5 enthält alle Interaktionsgruppen der Modelle 1 bis 4. Bei der Betrachtung der Zuweisungen für die einzelnen Zuschlagsgruppen (vgl. Tabelle 23 auf Seite 148) zeigt sich, dass die Zuweisungen für die EMGn insgesamt stark sinken: gegenüber dem Status Quo Modell weist Modell 5 über 26% weniger über die EMGn zu. Der größte Teil dieses Geldes (fast 91% hiervon) werden zusätzlich über die AGGn verteilt. Modell 5 zeigt bei den AGGn dasselbe Muster wie das Modell, das nur die Altersinteraktionen enthält (Modell 1): die Zuweisungen für die Kinder und Erwachsenen sinken, während die Zuweisungen für die über 65-jährigen steigen. Damit bestätigt Modell 5 das Ergebnis von Modell 1, dass nämlich Kinder und Erwachsene, die an keiner im Morbi-RSA berücksichtigten Krankheit leiden, weniger Leistungsausgaben im Folgejahr verursachen als der Durchschnitt der Versicherten, während die nicht im Sinne des Morbi-RSA erkrankten über 65-jährigen überdurchschnittlich hohe Leistungsausgaben im Folgejahr verursachen. In Modell 5 fällt die Erhöhung der Zuweisungen für die über 65-jährigen Männer so deutlich aus, dass die niedrigeren Zuweisungen für die männlichen Kinder und Erwachsenen überkompensiert werden.

Summiert man die Zuweisungen für die AGGn nach dem Geschlecht, so ist zu sehen, dass die Frauen in Summe gut 33,5 Mio. Euro mehr erhalten. Dies entspricht dem Bild, das sich auch bei dem Modell mit Geschlechtsinteraktionen (Modell 2) zeigt. Anders als in Modell 2 verlieren die Männer in Summe im Gesamtmodell allerdings nicht bei den AGG-Zuschlägen, sondern sie erhalten rund 4 Mio. Euro mehr Zuweisungen über die AGGn. Hier wirken sich offensichtlich die anderen noch enthaltenen Interaktionen aus.

Bei den HMG-Zuweisungen kommt es zu Umverteilungen. Die Zuweisungen über die ursprünglichen HMGn steigen in Summe an (um ca. 6,7%). Da die Summe über die Zuweisungen für die Interaktionsterme vom Betrag her nahezu gleich ist, aber negativ, bleibt es bei einer Umverteilung *innerhalb* der HMGn. Es wird im Vergleich zum Status Quo nur unwesentlich mehr Geld über die Morbidität verteilt.

Die Effekte, die sich bei den einzelnen Koeffizientenschätzern und Vorhersagerelationen zeigen, entsprechen in vielerlei Hinsicht denjenigen der Einzelmodelle.

Das Bild, dass sich aus Modell 1 ergibt, stellt sich so auch bei Modell 5 dar: Durch die Altersinteraktionen verbessern sich die Vorhersagerelationen für die Kinder und Erwachsenen bei den HMGn, für die Interaktionen mit der Altersgruppe der Kinder im Modell enthalten bleiben, fast durchgehend. Für die über 65-jährigen verschlechtern sie sich für etliche Gruppen (vgl. Abbildungen 53, 55 und 54 auf Seite 151). Und auch bei den Vorhersagerelationen für die HMGn, für die Interaktionen mit der Altersgruppe der über 65-jährigen im Modell verbleiben, ergibt sich ein nahezu identisches Bild. Der Hauptunterschied zwischen den beiden Modellen besteht darin, dass in Modell 5 insgesamt weniger Interaktionsterme signifikant sind und somit insgesamt weniger Interaktionen zwischen den Altersgruppen und HMGn im Modell enthalten bleiben. Die bei Modell 1 diskutierten Punkte gelten für Modell 5 analog.

Es gibt allerdings auch einige wenige HMGn, bei denen in Modell 5 die Differenzierung für eine Altersgruppe signifikant wird, die in Modell 1 nicht signifikant ist (so z. B. bei HMG079, bei der die Altersgruppe der Kinder in Modell 5 signifikant höhere Leistungsausgaben aufweist, während in Modell 1 kein signifikanter Unterschied zwischen den Kindern und den Erwachsenen zu sehen ist). Gerade auch HMG130, für die in Modell 5 ein signifikanter Unterschied zwischen den über 65-jährigen und den anderen Altersgruppen bestehen bleibt, fällt in den Grafiken auf Grund der Höhe des Zuschlages ins Auge. Die Tatsache, dass in Modell 5 teilweise andere Interaktionen signifikant sind als in Modell 1, ist auf den kombinierten Einfluss der anderen Interaktionsvariablen zurückzuführen und kann nicht auf einen einzigen Einfluss zurückgeführt werden.

Auch ein Vergleich der Ergebnisse von Modell 2 und Modell 5 zeigt nur wenig Unterschiede. Eine der Auffälligkeiten besteht bei HMG087 (Schwere angeborene Herzfehler): Modell 2 weist den Frauen mehr Geld als im Status Quo zu und den Männern weniger (vgl. Abbildung 32, S. 131). Dadurch verbessern sich die Vorhersagerelationen für beide Gruppen deutlich (Abbildungen 33 und 34, S. 131). Modell 5 hingegen weist sowohl den Frauen als auch den Männern weniger Geld zu als das Status Quo Modell (vgl. Abbildung 59, S. 154). Dabei sinkt der Zu-



zuschlag für die Frauen von ca. 8,75 Euro pro Tag im Status Quo Modell auf nur ca. 5,49 Euro pro Tag in Modell 5. Für die Männer sinkt der Zuschlag bis auf 1,58 Euro pro Tag. In Modell 2 steigt der Zuschlag für Frauen auf über 11 Euro, während der für Männer lediglich auf knapp 6,40 Euro pro Tag sinkt.

Im Status Quo werden die Leistungsausgaben der Frauen unterschätzt, während die der Männer überschätzt werden. Ähnlich wie in Modell 2 schlägt die Unterdeckung der Frauen in Modell 5 in eine leichte Überdeckung um (vgl. Abbildung 60, S. 154). Für die Männer hingegen sinkt die Überdeckung trotz des deutlich niedrigeren Zuschlags in Modell 5 nur von  $VR_{StatusQuo} = 1,1699$  auf  $VR_{M5} = 1,1446$ . Der isolierte Geschlechtseffekt, wie Modell 2 ihn erfasst, der zu einer nahezu perfekten Vorhersagerelation für die Männer führt, wird in Modell 5 von anderen Verschiebungen bei den betroffenen Männern überlagert. Eine ähnliche Entwicklung zeigen die Ergebnisse für HMG023: Obwohl die Männer in Modell 5 einen höheren Zuschlag als im Status Quo erhalten, wird die vorhandene Unterdeckung anders als in Modell 2 nicht ab-, sondern ausgebaut.

Bemerkenswerter Unterschied zwischen Modell 5 und Modell 3 sind die Ergebnisse für HMG008 und HMG044. Modell 3 führt für beide HMGn zu höheren Zuschlägen für die Erwerbsminderungsrentner und zu niedrigeren Zuschlägen für die Versicherten ohne Anspruch auf Erwerbsminderungsrente. Modell 5 ergibt für beide Versichertengruppen höhere Zuschläge als das Status Quo Modell, allerdings steigen die Zuschläge für die nicht EM-Rentner noch höher an als für die EM-Rentner (vgl. Abbildung 38, S. 138 und Abbildung 62, S. 155). Trotzdem ändert sich an den Vorhersagerelationen nichts: in beiden Modellen werden Unterdeckungen bei den EM-Rentnern abgebaut, die Unterdeckungen der Versicherten ohne Anspruch auf Erwerbsminderungsrente fallen in beiden Modellen höher aus als im Status Quo Modell (siehe Abbildungen 39 und 40, S. 138 sowie Abbildungen 63 und 64, S. 155).

Während Modell 3 den Schluss nahe legt, dass die an HMG008 oder HMG044 erkrankten Erwerbsminderungsrentner durchschnittlich höhere Leistungsausgaben verursachen als Versicherte ohne Anspruch auf Erwerbsminderungsrente, so ergibt Modell 5 das genau entgegengesetzte Bild. Die höheren Zuschläge für die Versicherten ohne Anspruch auf Erwerbsminderungsrente werden offensichtlich durch

andere Veränderungen, die die Interaktionen des Modells 5 mit sich bringen, überkompensiert, so dass vermutet werden kann, dass die Unterschiede, die Modell 3 auffängt, nicht auf den eigentlichen Status der Erwerbsminderung zurückzuführen sind, sondern auf andere Unterschiede zwischen den beiden Versichertengruppen, die in Modell 5 explizit berücksichtigt werden.

Auch bei den Krankheitsinteraktionen ergibt Modell 5 insgesamt ein sehr ähnliches Bild wie Modell 4, das Modell, das isoliert die Krankheitsinteraktionen beinhaltet. Auch Modell 5 hat bei einigen wenigen Interaktionen die Auffälligkeit (siehe z. B. Abbildung 71 auf Seite 160), dass trotz steigender (vgl. HMG134) bzw. sinkender (vgl. HMG176) Zuschläge die vorhandene Unterdeckung ausgebaut wird bzw. eine vorhandene Überdeckung noch erhöht wird (vgl. Abbildung 72, Seite 160). Auch hier machen sich wiederum Veränderungen bei den anderen Zuschlägen, die die Versicherten erhalten, bemerkbar, die vermutlich nicht nur auf diese Interaktion zurückzuführen sind.

Betrachtet man den Unterschied im  $\bar{R}^2$  bzw.  $CPM$  zwischen Modell 5 und dem zweitbesten Modell, Modell 1, so zeigt sich, dass das  $\bar{R}^2$  des Modells 5 gerade mal 0,2 Prozentpunkte besser ist als das des Modells 1. Auch beim  $CPM$  ist Modell 5 nur 0,12 Prozentpunkte besser als Modell 1. Dies gilt insbesondere wenn man berücksichtigt, dass im Vergleich zu Modell 1 111 zusätzliche Interaktionsterme im Modell enthalten sind. Die Vorhersagerelationen zeigen aber, dass sich zumindest für einige Gruppen von Versicherten (siehe bspw. Abbildung 66, S. 157) die Vorhersagen deutlich verbessern lassen.

## 8.5. Die Stichprobe

Bei empirischen Studien ergeben sich zumeist aus der verwendeten Datenbasis gewisse Einschränkungen der Übertragbarkeit. Da für die vorliegende Arbeit der repräsentative Datensatz des Bundesversicherungsamtes für die Weiterentwicklung des Risikostrukturausgleichs verwendet werden konnte, bestehen diese Limitationen nicht.

Ein Kritikpunkt könnte sein, dass der Umfang der verwendeten Stichprobe zu gering ist, um Wechselwirkungen zuverlässig schätzen zu können.<sup>269</sup> Die Anzahl der zu schätzenden Koeffizienten ist in den Interaktionsmodellen in der Tat erheblich größer als im Status Quo Modell des Bundesversicherungsamtes. Allerdings wurde im Stichprobenkonzept für die vom Bundesversicherungsamt verwendeten Daten berücksichtigt, dass im Rahmen der Weiterentwicklung des Modells gegebenenfalls Wechselwirkungen zu berücksichtigen wären. Der Umfang der Stichprobe ist an die Anforderungen für eine Berechnung von Interaktionen angepasst, so dass mit den für die vorliegende Arbeit verwendeten Daten von einer zuverlässigen Schätzung ausgegangen werden kann.<sup>270</sup>

## 8.6. Validierung der Modelle

Eine Einschränkung der Genauigkeit der berechneten Gütemaße könnte sich daraus ergeben, dass in der vorliegenden Arbeit alle zur Verfügung stehenden Daten des Datensatzes für die Schätzungen verwendet wurden und die Beurteilung der Güte der Modelle an Hand desselben Datensatzes durchgeführt wurde. Dies birgt die Gefahr der Überanpassung des Modells an die vorhandenen Daten („overfitting“).<sup>271</sup> Um dieses Problem zu umgehen, kommen häufig Methoden der einfachen Kreuzvalidierung zum Einsatz. Typischerweise wird der Datensatz zufällig in zwei Teile aufgeteilt; auf dem einen Teil (dem Schätzdatensatz) werden dann die Regressionskoeffizienten bestimmt, auf dem anderen Teil (dem Validierungsdatsatz) wird die Überprüfung der Prognosegüte des Modells vorgenommen.<sup>272</sup>

Gegen die Verwendung des Verfahrens der einfachen Kreuzvalidierung spricht, dass gerade bei den hier betrachteten Schätzungen eine möglichst große Datenbasis notwendig ist, um die Leistungsausgaben auch für seltene Krankheiten und für seltene Interaktionen zuverlässig schätzen zu können. Durch eine Aufteilung des Datensatzes können nicht mehr die besten Parameterschätzer erzielt werden.<sup>273</sup> Auch Pope et al. haben sowohl für die Schätzung als auch für die Validierung den

<sup>269</sup> Vgl. bspw. Aiken & West (1991), S. 156 ff.

<sup>270</sup> Vgl. Schäfer (2007), S. 11 f.

<sup>271</sup> Kuhlmann (2007), S. 407.

<sup>272</sup> So z. B. bei Duan et al. (1983). Dabei gibt es ausgefeilte Methoden, um die optimale Größe für die beiden Datensätze zu gewährleisten (vgl. bspw. McCarthy (1976), Steckel & Vanhonacker (1993)). Auch eine Aufteilung in drei Teildatensätze wird von einigen propagiert (so z. B. von Kuhlmann (2007), S. 409).

<sup>273</sup> Vgl. Kuhlmann (2007), S. 413.

vollständigen Datensatz aus eben diesem Grund verwendet. Sie verweisen darauf, dass die Überschätzung der Gütemaße in früheren Studien bei nur ca. 10% lag.<sup>274</sup> Allerdings nimmt das Problem der Überanpassung der Schätzer an die Daten mit der Anzahl der zu schätzenden Parameter zu. In der vorliegenden Arbeit wurden durch die Art und Weise der Erstellung der Interaktionsterme und durch ihre Aufnahme in die Regression wesentlich mehr Parameter als von Pope et al. geschätzt.

Alternativ zur Validierung durch einfache Kreuzvalidierungsverfahren können auch Verfahren der k-fachen-Kreuzvalidierung verwendet werden, die eine Abwandlung der einfachen Kreuzvalidierung sind, bei der die Verwendung der maximal möglichen Anzahl an Beobachtungen gewährleistet ist und somit die Ermittlung der besten Parameterschätzer ermöglicht wird. Es gibt unterschiedliche Varianten der k-fachen-Kreuzvalidierung. Gemein haben die Verfahren, dass der Datensatz k-fach in einen Schätz- und einen Validierungsdatsatz aufgeteilt wird und auf den unterschiedlichen Teilen der Stichprobe jeweils geschätzt und validiert wird. Anschließend werden die einzelnen ermittelten Validierungsmaße in einem Gesamtmaß zusammengeführt. Problematisch ist der erhöhte Rechenaufwand durch die k-fache Schätzung der Modelle.<sup>275</sup> Für die vorliegende Arbeit war eine solche Herangehensweise auf Grund der Rechenzeiten und der begrenzten Computerkapazitäten nicht möglich.

Allerdings nimmt das Problem der Überanpassung mit zunehmender Größe des Datensatzes auch wiederum ab. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass bei großen Datensätzen (über eine Million Individuen) die Überschätzung der Anpassungsgüte vernachlässigbar wird.<sup>276</sup> Auch Mookim belegt, dass sich das Bestimmtheitsmaß ohne Kreuzvalidierung und das Bestimmtheitsmaß mit Kreuzvalidierung mit zunehmender Größe des Datensatzes angleichen und dass ab einer Größe des Datensatzes von 500.000 kaum noch Unterschiede vorhanden sind. Für einen Datensatz von 1 Mio. Individuen und einer Split-Sample Schätzung mit Aufteilung in zwei gleich große Teile gibt sie einen Unterschied im  $R^2$  von 0,006 an.<sup>277</sup> Ellis & Ash haben sogar für einen Datensatz mit nur etwas über 450.000 Beobachtungen

---

<sup>274</sup> Vgl. Pope et al. (2000), S. 4-15 f.

<sup>275</sup> Vgl. Kuhlmann (2007), S. 413 ff.

<sup>276</sup> Vgl. Fishman et al. (2006), Ellis & McGuire (2007), Ellis (2007) sowie Jiang et al. (2007): so zitiert in Mookim (2008), S. 104.

<sup>277</sup> Vgl. Mookim (2008), S. 120, 126, 129 ff.

nur sehr geringe Unterschiede zwischen den Gütemaßen gefunden, die auf dem Schätzdatensatz bzw. auf dem Validierungsdatensatz ermittelt wurden.<sup>278</sup>

Da für die vorliegende Arbeit ein Datensatz mit Angaben von über vier Millionen Individuen vorlag und die kritische Datensatzgröße somit bei Weitem überschritten wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die Überschätzung der Modellgüte äußerst gering ausfällt und dass die „Validierungsergebnisse“ die Vorhersagekraft der Modelle akkurat angeben.

## 8.7. Medizinische Plausibilität

Diese Arbeit ist rein empirisch ausgerichtet und erhebt keinen Anspruch darauf, ausschließlich medizinisch plausible Interaktionen zu betrachten. Es wurde gezeigt, dass die hier entwickelte Methode umsetzbar ist und im Rahmen des Morbi-RSA-Verfahrens zu Verbesserungen der Prognosegüte führt. Vor einem Einsatz in der Praxis ist es notwendig, dass eine Überprüfung der medizinischen Sinnhaftigkeit der einzelnen Interaktionen vorgenommen wird. Die Interaktionsterme sollten nicht auf Grund von Scheinkorrelationen in den Modellen verbleiben. Auch aus Akzeptanzgründen sollte darauf geachtet werden, dass die Interaktionen medizinisch begründbar sind. Eine hierfür notwendige Überprüfung der Interaktionen bleibt weiteren medizinisch ausgerichteten Studien überlassen.

---

<sup>278</sup> Vgl. Ellis & Ash (1995), S. 425.

## 9. Fazit

Eine der Grundvoraussetzungen für einen funktionsfähigen Wettbewerb zwischen den Krankenkassen ist, dass den von den Mitgliedern zu zahlenden Beiträgen (unter den Bedingungen des Gesundheitsfonds den Zusatzbeiträgen) die Funktion eines Preises zukommen muss. Er soll Aufschluss über die Qualität der von den Krankenkassen erbrachten Leistungen und über die Wirtschaftlichkeit der Leistungserstellung geben. Notwendige Bedingung, die dem Preis diese Funktionen zukommen lässt, ist, dass die Beschränkungen, die sich durch den Kontrahierungszwang und das Diskriminierungsverbot ergeben, nicht dazu führen, dass Krankenkassen alleine auf Grund der Struktur ihrer Versicherten im Wettbewerb benachteiligt sind. Dann hätte der Preis nicht mehr die richtige Signalwirkung. Er würde vielmehr Auskunft darüber geben, ob eine Krankenkasse eine günstige oder eine ungünstige Risikostruktur hat. In diesem Fall wäre es für die Krankenkassen lohnend Risikoselektion zu betreiben, statt die vorhandenen Ressourcen auf die Verbesserung der Gesundheitsversorgung und die Optimierung der Verwaltungsprozesse zu verwenden.

In Deutschland wurde zur Lösung dieses Problem der Risikostrukturausgleich in das System der gesetzlichen Krankenversicherung eingeführt. Er simuliert für die Krankenkassen risikoäquivalente Prämien und lässt somit den Zusatzbeiträgen bei Wahrung der solidarischen Rahmenbedingungen die Funktion eines Preises zukommen. Je besser der Risikostrukturausgleich die Versichertenstruktur erfassen kann, desto besser spiegeln die Zusatzbeiträge die tatsächliche Leistungsfähigkeit der Krankenkassen wieder und desto besser sind die Bedingungen für einen funktionsfähigen Wettbewerb erfüllt.

Die Weiterentwicklung des Risikostrukturausgleichs hin zu einer direkten Morbiditätsorientierung war ein wichtiger Schritt auf diesem Weg. Das aktuelle Verfahren des Morbi-RSA unterstellt allerdings Additivität der Leistungsausgaben der berücksichtigten Morbiditätsgruppen und lässt keine Differenzierung der Leistungsausgaben nach Versichertenmerkmalen zu. In der vorliegenden Arbeit wurde eine empirische Herangehensweise entwickelt, mit deren Hilfe empirisch sinnvolle Wechselwirkungen zwischen Morbiditätsgruppen untereinander und zwischen Morbiditätsgruppen und Alter, Geschlecht und dem Erwerbsminderungsstatus

identifiziert und über Interaktionsterme in das Verfahren aufgenommen werden können.

Hierzu wurden Kriterien aus der Literatur abgeleitet, an Hand derer sich entscheiden lässt, welche Interaktionen in die Analyse aufgenommen werden sollen. Für die Aufnahme von Interaktionstermen im Kontext des deutschen Morbi-RSA wurden die Kriterien der Häufigkeit, der Relevanz und der statistischen Signifikanz operationalisiert. Das Kriterium der Augenscheinvalidität und klinischen Plausibilität konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht umgesetzt werden. Nachdem die Grundzüge der methodischen Vorgehensweise auf einem Forschungsdatensatz entwickelt wurden, wurde das Verfahren auf einem repräsentativen Datensatz der gesetzlichen Krankenversicherung verfeinert und exemplarisch angewendet.

Es wurden vier Modelle mit unterschiedlichen Interaktionstermen gerechnet und ein fünftes Modell, das alle Interaktionsvariablen der vorherigen vier Modelle gemeinsam enthält. Die allgemeine Güte der Modelle gemessen am  $\bar{R}^2$  und am *CPM* ist im Vergleich zum Status Quo Verfahren bei allen Interaktionsmodellen besser. Die Verbesserung der Gütemaße fällt nicht sonderlich stark aus, was allerdings auch nicht zu erwarten war. Interaktionen führen auf Grund ihrer Eigenschaften in der Regel nur zu verhältnismäßig geringen Verbesserungen der allgemeinen Gütemaße, da sie nicht gänzlich neue Informationen in ein Modell einbringen, sondern lediglich eine Differenzierung der Koeffizienten nach bestimmten Merkmalen zulassen.

Die Berechnungen zeigen, dass insbesondere die Differenzierung der Zuschläge nach dem Alter eine Verbesserung des Modells bewirkt. Bei vielen Morbiditätsgruppen zeigen sich signifikante Unterschiede in den durchschnittlichen Leistungsausgaben des Folgejahres für die betrachteten Altersgruppen. Das Modell mit den Geschlechtsinteraktionen führt insgesamt zwar zum geringsten Anstieg der allgemeinen Gütemaße, aber eine Betrachtung der Vorhersagerelationen zeigt, dass bei vielen Morbiditätsgruppen nicht nur die Vorhersage für ein Geschlecht, sondern sogar die Vorhersagen für beide Geschlechter gleichzeitig verbessert werden können. Gerade bei den Erwerbsminderungs- und Krankheitsinteraktionen zeigt sich hingegen das Problem, dass zwar für eine bestimmte Gruppe von Versicherten die

Vorhersage durch die Einführung der Interaktionen verbessert werden kann, dass aber gleichzeitig die Vorhersage für eine andere Gruppe von Versicherten dadurch verschlechtert wird.

In den Fällen, in denen die Einführung von Interaktionsvariablen zu einer Verbesserung der Modellschätzung für alle Versicherten führt, ist ihre Anwendung zweifelsohne sinnvoll. Führt die Einführung jedoch zu einer Verschlechterung der Anpassung für mindestens eine Gruppe von Versicherten, so stellt sich die Frage, welches Ergebnis das wichtigere ist: Ist es sinnvoll für die Verbesserung der Modellgüte für eine Versichertengruppe die Schlechterstellung einer anderen Versichertengruppe in Kauf zu nehmen? Für die Beantwortung dieser Frage muss eine differenzierte Analyse der sich ergebenden Veränderungen durchgeführt werden und es müssten vorab Kriterien festgelegt werden, ab wann eine Benachteiligung von Versichertengruppen nicht mehr hinnehmbar ist. Hierbei wäre unter anderem zu beachten, wie viele Versicherte von der Verbesserung respektive Verschlechterung betroffen sind, wie hoch die absoluten Änderungen der Zuschläge ausfallen und ob sich daraus reale Versorgungsnachteile für einige Versicherte ergeben könnten. Es wäre weiterhin zu berücksichtigen, ob die Verteilung der betroffenen Versicherten über die Krankenkassen bzw. die Kassenarten hinweg systematisch unterschiedlich ist und ob sich durch die Zuschlagsänderungen systematische Verzerrungen zwischen den Krankenkassen/Kassenarten ergäben, die unerwünscht sind.

In der vorliegenden Arbeit konnte keine medizinische Überprüfung der Sinnhaftigkeit der eingeführten Interaktionen vorgenommen werden. Eine medizinische Plausibilisierung wäre vor einer tatsächlichen Einführung in den Morbi-RSA notwendig, um Scheinkorrelationen auszuschließen. Eine solche Einschätzung hat durch Mediziner zu erfolgen, die sich mit den jeweiligen Krankheitsbildern auskennen und auch die Versorgungsrealität im Blick haben.

Insgesamt ist es mit der vorliegenden Arbeit gelungen, eine praktikable Vorgehensweise zu entwickeln, mit der Wechselwirkungen im Kontext des deutschen Risikostrukturausgleichs berücksichtigt werden können und die sich nahtlos in das aktuelle Verfahren des Morbi-RSA eingliedern ließe. Es konnte gezeigt werden, dass hierüber eine Verbesserung der Gesamtanpassung des Modells zu errei-



---

chen ist. Sollte keine generelle Einführung von Interaktionstermen in die Regressionsgleichung vorgenommen werden, so können die hier präsentierten Ergebnisse dazu verwendet werden, einzelne Interaktionen zu identifizieren, bei denen eine Differenzierung des Zuschlags sinnvoll ist und die für alle Versicherten zu einer Verbesserung der Prognose der Leistungsausgaben führt.

## Literatur

### Ahrens (2006)

Ahrens, H. J. (2006). Zwischen Solidarität und Eigenverantwortung, in: Rebscher, H. (Hrsg.) *Gesundheitsökonomie und Gesundheitspolitik - im Spannungsfeld zwischen Wissenschaft und Politikberatung*, Economica: Heidelberg, 141-154.

### Aiken & West (1991)

Aiken, L. S.; West, S. G. (1991). *Multiple Regression: Testing and Interpreting Interactions*, Sage: Thousand Oaks.

### Andersen & Schwarze (1999)

Andersen, H. H.; Schwarze, J. (1999). Kassenwahlentscheidungen in der GKV – Eine empirische Analyse, *Arbeit und Sozialpolitik*, 5/6: 10-23.

### Andersen et al. (2002)

Andersen, H. H.; Grabka, M. M.; Schwarze, J. (2002). Wechslerprofile - Risikoprofile, *Arbeit und Sozialpolitik*, 7/8: 19-32.

### Arndt & Göppfarth (2009)

Arndt, V.; Göppfarth, D. (2009). Einsatz der SAS-Software bei der Entwicklung und Durchführung des morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleichs in der gesetzlichen Krankenversicherung, in: Spilke, J.; Becker, C.; Haerting, J.; Schumacher, E. (Hrsg.) *KSFE 2009 - Proceedings der 13. Konferenz der SAS®-Anwender in Forschung und Entwicklung (KSFE)*, Shaker Verlag: Aachen, 31-42.

### Ash et al. (1989)

Ash, A. S.; Porell, F.; Gruenberg, L.; Sawitz, E.; Beiser, A. (1989). Adjusting Medicare capitation payments using prior hospitalization data, *Health Care Financing Review*, 10: 17-29.

### Assenmacher (2002)

Assenmacher, W. (2002). *Einführung in die Ökonometrie*, Oldenbourg: München, Wien, 6. Auflage.

### Augurzky (2010)

Augurzky, B. (2010). *Die Finanzierung der Gesetzlichen Krankenver-*

sicherung, RWI-Positionen #37, 21. September 2010, online verfügbar unter [http://en.rwi-essen.de/media/content/pages/publikationen/rwi-positionen/Pos\\_037\\_Finanzierung-GKV.pdf](http://en.rwi-essen.de/media/content/pages/publikationen/rwi-positionen/Pos_037_Finanzierung-GKV.pdf) [Januar 2011].

**Beck (1997)**

Beck, K. (1997). Kann der Risikoausgleich unterlaufen werden? Analyse der schweizerischen Ausgleichsformel, *Recht und Politik im Gesundheitswesen*, 3 (1/2): 49-70.

**Beck (2005)**

Beck, K. (2005). Wettbewerb in der Krankenversicherung: Schlagwort oder Realität?, *Schweizerische Ärztezeitung*, 86 (20): 1228-1231.

**Beck (2007)**

Beck, K. (2007). Auswirkungen eines Hochrisikopools auf die Risikoselektion im Schweizer Krankenversicherungs-Wettbewerb: Eine empirische Klärung, *Schriften des CSS-Instituts für empirische Gesundheitsökonomie*, Luzern, 20.04.2007, online verfügbar unter [www.css.ch/studie\\_hochrisikopool.pdf](http://www.css.ch/studie_hochrisikopool.pdf) [Mai 2010].

**Beck (2011)**

Beck, K. (2011). *Risiko Krankenversicherung: Risikomanagement in einem regulierten Krankenversicherungsmarkt*. Haupt: Bern, 2. Auflage.

**Beck & Keller (1997)**

Beck, K.; Keller, B. (1997). *Verhindert der Risikoausgleich das Kosten sparen? Analyse der heute gültigen Verordnung zum Risikoausgleich zwischen den Krankenkassen*, internes Arbeitspapier, CSS Luzern, online verfügbar unter <http://www.css.ch/home/css/info-medien/info-med-publikationen/info-med-pub-wissenschaftliche/publikationen/info-med-pub-wis-publ-risikoausgleich.htm> [September 2010].

**Beebe et al. (1985)**

Beebe, J.; Lubitz, J.; Eggers, P. (1985). Using prior utilization to determine payments for Medicare enrollees in health maintenance organizations, *Health Care Financing Review*, 6 (3): 27-38.

**Behrend et al. (2004)**

Behrend, C.; Greß, S.; Holle, R.; Reitmeir, P.; Tolksdorff, K.; Wasem, J.

(2004). Zur Erklärungskraft des heutigen soziodemografischen Risikostrukturausgleichsmodells, *Journal of Public Health*, 12: 20-31.

**Behrend et al. (2006)**

Behrend, C.; Busse, R.; Felder, S. (2006). Finanzielle Effekte von RxGroups-klassifizierten Arzneiverordnungen in einem morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich – eine konzeptionelle und empirische Analyse, BKK Bundesverband: Essen, April 2006.

**Behrend et al. (2007)**

Behrend, C.; Busse, R.; Felder, S. (2007). Zur Strategiefähigkeit der Arzneimittelkomponente des IPHCC+RxGroups-Klassifikationssystems in einem morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich – Eine konzeptionelle und datengestützte Analyse, *Gesundheitswesen*, 69: 1-10.

**Bender (2008)**

Bender, B. (2008). Gefesselter Riese – Die Koalition hält den Morbi-RSA klein, *Highlights online*, 3/08: 18.02.2008, 6-7, online verfügbar unter [http://www.letv-verlag-gesundheitspolitik.de/data/text/highlights\\_08\\_03.pdf](http://www.letv-verlag-gesundheitspolitik.de/data/text/highlights_08_03.pdf) [Oktober 2010].

**Boult et al. (1994)**

Boult, C.; Kane, R. L.; Louis, T. A.; Boult, L.; McCaffrey, D. (1994). Chronic Conditions That Lead to Functional Limitation in the Elderly, *Journal of Gerontology*, 49 (1): M28-M36.

**Boyd et al. (2005)**

Boyd, C. M.; Darer, J.; Boult, C.; Fried, L. P.; Boult, L.; Wu, A. W. (2005). Clinical practice guidelines and quality of care for older patients with multiple comorbid diseases: implications for pay for performance, *Journal of the American Medical Association*, 294 (6): 716-724.

**Braun et al. (2008)**

Braun, G. E.; Gröbner, M.; Seitz, R. (2008). Evaluation vernetzter Versorgungsstrukturen: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung, *Gesundheitsökonomie und Qualitätsmanagement*, 13 (6): 358-364.

**Breyer & Buchholz (2007)**

Breyer, F.; Buchholz, W. (2007). *Ökonomie des Sozialstaates*, Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg.

**Breyer & Kifmann (2001)**

Breyer, F.; Kifmann, M. (2001). *Optionen der Weiterentwicklung des Risikostrukturausgleichs in der GKV*, DIW Diskussionspapier Nr. 236.

**Buchner & Wasem (2003)**

Buchner, F.; Wasem, J. (2003). Needs for further improvement: risk adjustment in the German health insurance system, *Health policy*, 65: 21-35.

**Bundesministerium für Gesundheit (2008)**

Bundesministerium für Gesundheit (2008). *Mitgliederstatistik KM6*, Stichtag 1. Juli 2008, Stand 5. September 2008, online verfügbar unter <http://www.bmg.bund.de/krankenversicherung/zahlen-und-fakten-zur-krankenversicherung.html>.

**Bundesversicherungsamt (2008a)**

Bundesversicherungsamt (2008). *Festlegungen nach § 31 Abs. 4 RSAV*, Bonn, 03.07.2008, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nn\\_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegungen\\_\\_Klassifikationsmodell.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegungen__Klassifikationsmodell.html) [Juli 2010].

**Bundesversicherungsamt (2008b)**

Bundesversicherungsamt (2008). *Festlegung der im RSA zu berücksichtigenden Krankheiten - 22 Dokumentation der Berechnungsschritte*, Bonn, 13.05.2008, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_115/nn\\_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung\\_\\_Krankheiten.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_115/nn_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung__Krankheiten.html) [August 2010].

**Bundesversicherungsamt (2008c)**

Bundesversicherungsamt (2008). *Festlegung der im RSA zu berücksichtigenden Krankheiten - 20 Dokumentation der Festlegung*, Bonn, 13.05.2008, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_115/nn\\_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung\\_\\_Krankheiten.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_115/nn_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung__Krankheiten.html) [August 2010].

**Bundesversicherungsamt (2008d)**

Bundesversicherungsamt (2008). *Erläuterungen zur Festlegung von Morbiditätsgruppen, Zuordnungsalgorithmus, Regressionsverfahren und Berechnungsverfahren durch das Bundesversicherungsamt*, Bonn, 03.07.2008, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nn\\_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegungen\\_Klassifikationsmodell.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegungen_Klassifikationsmodell.html) [Juli 2010].

**Bundesversicherungsamt (2008e)**

Bundesversicherungsamt (2008). *So funktioniert der neue Risikostrukturausgleich im Gesundheitsfonds*, Bonn, 16.09.2008, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nn\\_1046668/DE/Risikostrukturausgleich/Wie\\_funktioniert\\_Morbi\\_RSA,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Wie\\_funktioniert\\_Morbi\\_RSA.pdf](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1046668/DE/Risikostrukturausgleich/Wie_funktioniert_Morbi_RSA,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Wie_funktioniert_Morbi_RSA.pdf) [Mai 2010].

**Bundesversicherungsamt (2009a)**

Bundesversicherungsamt (2009). *Erläuterungen zur Festlegung von Morbiditätsgruppen, Zuordnungsalgorithmus, Regressionsverfahren und Berechnungsverfahren für den Jahresausgleich 2010*, Bonn, 30. September 2009, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nn\\_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung\\_Klassifikationsmodell\\_30092009.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung_Klassifikationsmodell_30092009.html) [Juli 2010].

**Bundesversicherungsamt (2009b)**

Bundesversicherungsamt (2009). *Festlegungen nach § 31 Abs. 4 RSAV für das Ausgleichsjahr 2010*, Bonn, 30. September 2009, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nn\\_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung\\_Klassifikationsmodell\\_30092009.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung_Klassifikationsmodell_30092009.html) [Juli 2010].

**Bundesversicherungsamt (2009c)**

Bundesversicherungsamt (2009). *Bekanntgabe der zu berücksichtigenden Krankheiten für das Ausgleichsjahr 2010*, Bonn, 30. September 2009, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nn\\_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung\\_Krankheiten\\_30092009.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung_Krankheiten_30092009.html) [Juli 2010].

**Bundesversicherungsamt (2009d)**

Bundesversicherungsamt (2009). *Anlage 1 zu den Festlegungen nach § 31 Abs. 4 RSAV vom 30.09.2009*, Bonn, 30. September 2009, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nn\\_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung\\_Klassifikationsmodell\\_\\_30092009.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung_Klassifikationsmodell__30092009.html) [Juli 2010].

**Bundesversicherungsamt (2009e)**

Bundesversicherungsamt (2009). *5. Bekanntmachung zum Gesundheitsfonds, Anlage 1 - Höhe der monatlichen alters-, geschlechts- und risikoadjustierten Zu- und Abschläge*, Bonn, 23.11.2009, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nn\\_1046746/DE/Risikostrukturausgleich/Bekanntmachungen\\_RSA/Bekanntmachungen\\_Gesundheitsfonds/Bekanntmachung\\_05\\_\\_Anlage.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1046746/DE/Risikostrukturausgleich/Bekanntmachungen_RSA/Bekanntmachungen_Gesundheitsfonds/Bekanntmachung_05__Anlage.html) [Juli 2010].

**Bundesversicherungsamt (2009f)**

Bundesversicherungsamt (2009). *Konzept für Fehlerverfahren und Datenbereinigung der Datenerhebung 2007/2008 im Meldejahr 2009 zur Weiterentwicklung des RSA gemäß § 30 RSAV sowie der Daten für die Übergangsregelungen zur Einführung des Gesundheitsfonds gemäß § 34 RSAV*, Bonn, 1. Dezember 2009, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_115/nn\\_1440958/DE/Risikostrukturausgleich/Datengrundlagen/Konzept\\_Datenbereinigung\\_Datenerhebung\\_\\_2007-2008.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_115/nn_1440958/DE/Risikostrukturausgleich/Datengrundlagen/Konzept_Datenbereinigung_Datenerhebung__2007-2008.html) [Juli 2010].

**Bundesversicherungsamt (2009g)**

Bundesversicherungsamt (2009). *Anlage 3.4: Meldeverfahren (zu § 31 der Bestimmung)*, Bonn, 08.06.2009, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_115/nn\\_1440958/DE/Risikostrukturausgleich/Datengrundlagen/Datenerhebung\\_\\_2007\\_\\_2008.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_115/nn_1440958/DE/Risikostrukturausgleich/Datengrundlagen/Datenerhebung__2007__2008.html) [Mai 2010].

**Bundesversicherungsamt (2010a)**

Bundesversicherungsamt (2010). *Erläuterungen zur Festlegung von Morbiditätsgruppen, Zuordnungsalgorithmus, Regressionsverfahren und Berechnungsverfahren für den Jahresausgleich 2011*, Bonn, 30. September 2010, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_115/](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_115/)

[nn\\_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung\\_Klassifikationssystem\\_2011.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung_Klassifikationssystem_2011.html) [Juli 2010].

#### **Bundesversicherungsamt (2010b)**

Bundesversicherungsamt (2010). *Festlegungen nach § 31 Abs. 4 RSAV für das Ausgleichsjahr 2011*, Bonn, 30. September 2010, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nn\\_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung\\_Klassifikationssystem\\_2011.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Festlegung_Klassifikationssystem_2011.html) [Juli 2010].

#### **Bundesversicherungsamt (2010c)**

Bundesversicherungsamt (2010). *Schätztableau für 2009 und 2010 aus der Schätzung vom 28.04.2010*, Bonn, 28.04.2010, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nn\\_1440978/DE/Risikostrukturausgleich/Schaetzerkreis/Schaetztableau\\_2009-2010\\_28.04.2010.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1440978/DE/Risikostrukturausgleich/Schaetzerkreis/Schaetztableau_2009-2010_28.04.2010.html) [September 2010].

#### **Bundesversicherungsamt (2010d)**

Bundesversicherungsamt (2010). *Änderungsbekanntgabe vom 28.07.2010*, Bonn, 28.07.2010, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/nn\\_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Aenderungsbekanntgabe\\_JA\\_2009,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Aenderungsbekanntgabe\\_JA\\_2009.pdf](http://www.bundesversicherungsamt.de/nn_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Aenderungsbekanntgabe_JA_2009,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Aenderungsbekanntgabe_JA_2009.pdf) [August 2010].

#### **Bundesversicherungsamt (2010e)**

Bundesversicherungsamt (2010). *Erläuterungen zum Entwurf der Festlegung von Morbiditätsgruppen, Zuordnungsalgorithmus, Regressionsverfahren und Berechnungsverfahren für den Jahresausgleich 2011*, Bonn, 30.07.2010, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nn\\_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Anhoerungsschreiben\\_30072010.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1440668/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Anhoerungsschreiben_30072010.html) [Juni 2011].

#### **Bundesversicherungsamt (2011)**

Bundesversicherungsamt (2011). *Anlage 1 zur Bekanntmachung zum Gesundheitsfonds Nr. 1/2011*, Bonn, 05.01.2011, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_115/nn\\_1046746/DE/](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_115/nn_1046746/DE/)



[Risikostrukturausgleich/Bekanntmachungen\\_\\_RSA/Bekanntmachungen\\_\\_Gesundheitsfonds/Bekanntmachung\\_\\_17\\_\\_01-2011.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nm_1936018/DE/Risikostrukturausgleich/Info-Dateien__und__Auswertungen/Fehler__Dateien__GKV-und__Kassenartenebene.html) [März 2011].

#### **Bundesversicherungsamt (o. J.)**

Bundesversicherungsamt (o. J.). *Fehler-Dateien auf GKV- und Kassenartenebene*, Bonn, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nm\\_1936018/DE/Risikostrukturausgleich/Info-Dateien\\_\\_und\\_\\_Auswertungen/Fehler\\_\\_Dateien\\_\\_GKV-und\\_\\_Kassenartenebene.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nm_1936018/DE/Risikostrukturausgleich/Info-Dateien__und__Auswertungen/Fehler__Dateien__GKV-und__Kassenartenebene.html) [Juli 2010].

#### **Buntin & Zaslavsky (2004)**

Buntin, M. B.; Zaslavsky, A. M. (2004). Too much ado about two-part models and transformation? Comparing methods of modeling Medicare expenditures, *Journal of Health Economics* 23: 525-542.

#### **Cassel (2004)**

Cassel, D. (2004). Vermeidung von Risikoselektion als wettbewerbspolitische Gestaltungsaufgabe in der GKV, *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung*, 73 (4), 555-563.

#### **Cassel (2006)**

Cassel, D. (2006). Zur Irenik von Solidarität und Wettbewerb in der GKV. in: Göppfarth, D.; Greß, S.; Jacobs, K.; Wasem, J. (Hrsg.) *Jahrbuch Risikostrukturausgleich 2006*, Asgard-Verlag: St. Augustin, 55-93.

#### **Cassel et al. (2001)**

Cassel, D.; Jacobs, K.; Wasem, J. (2001). Reform des Risikostrukturausgleichs in der GKV, *Wirtschaftsdienst*, IV: 187-201.

#### **Cohen et al. (2003)**

Cohen, J.; Cohen, P.; West, S. G.; Aiken, L. S. (2003). *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences*, Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah, London, 3. Auflage.

#### **Cumming et al. (2002)**

Cumming, R. B.; Knutson, D.; Cameron, B. A.; Derrick, B. (2002). *A comparative analysis of claims-based methods of health risk assessment for commercial populations*, Schaumburg: Illinois.

**Daubenbüchel (2001)**

Daubenbüchel, R. (2001). Die Krankenkassen im Spannungsfeld zwischen Wettbewerb und staatlicher Aufsicht, in: Alexander, A.; Rath, T. (Hrsg.) *Krankenkassen im Wandel - Organisationsentwicklung als Herausforderung*, DUV: Wiesbaden, 77-88.

**Daubenbüchel & Göppfarth (2005)**

Daubenbüchel, R.; Göppfarth, D. (2005). Chancen und Risiken der direkten Morbiditätsorientierung im RSA, *Die Krankenversicherung*, 2: 42-45.

**de Groot et al. (2003)**

de Groot, V.; Beckerman, H.; Lankhorst, G. J.; Bouter, L. M. (2003). How to measure comorbidity: a critical review of available methods, *Journal of Clinical Epidemiology*, 56: 221-229.

**Depenheuer (2009)**

Depenheuer, O. (2009). *Solidarität im Verfassungsstaat*, Books on Demand: Norderstedt.

**Deutsche Rentenversicherung (2008)**

Deutsche Rentenversicherung (2008). *Rentenbestand am 31.12.2008, Renten nach SGB VI wegen verminderter Erwerbsfähigkeit*, online verfügbar unter [http://forschung.deutsche-rentenversicherung.de/ForschPortalWeb/contentAction.do?stataktID=B1BD040AEEAF2733C1257601002814EC&chstatakt\\_RenteRentenbestand=WebPagesIIOP2072&open&viewName=statakt\\_RenteRentenbestand#WebPagesIIOP2072](http://forschung.deutsche-rentenversicherung.de/ForschPortalWeb/contentAction.do?stataktID=B1BD040AEEAF2733C1257601002814EC&chstatakt_RenteRentenbestand=WebPagesIIOP2072&open&viewName=statakt_RenteRentenbestand#WebPagesIIOP2072) [Juni 2011].

**Deutscher Bundestag (1958)**

Deutscher Bundestag (1958). *Begründung zum Entwurf eines Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen*, Bundestagsdrucksache 2/1158.

**Deutscher Bundestag (2001)**

Deutscher Bundestag (2001). *Bericht der Bundesregierung über die Untersuchung zu den Wirkungen des Risikostrukturausgleichs in der gesetzlichen Krankenversicherung*, Bundestagsdrucksache 14/5681.

**Deutscher Bundestag (2006)**

Deutscher Bundestag (2006). *Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, Entwurf eines Gesetzes zur Stärkung des Wettbewerbs in der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV-Wettbewerbsstärkungsgesetz – GKV-WSG)*, Bundestagsdrucksache 16/3100.

**Deutscher Bundestag (2010)**

Deutscher Bundestag (2010). *Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und FDP, Entwurf eines Gesetzes zur nachhaltigen und sozial ausgewogenen Finanzierung der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV-Finanzierungsgesetz, GKV-FinG)*, Bundestagsdrucksache 17/3040.

**DIMDI (2010)**

DIMDI (2010). *ICD-10-GM Version 2010, Systematisches Verzeichnis*, online verfügbar unter <http://www.dimdi.de/dynamic/de/klassi/downloadcenter/icd-10-gm/version2010/systematik/> [August 2010].

**Duan et al. (1983)**

Duan, N; Manning, W. G.; Morris, C. N. Jr.; Newhouse, J. P. (1983). A Comparison of Alternative Models for the Demand for Medical Care, *Journal of Business & Economic Statistics*, 1 (2): 115-126.

**Dunn et al. (1996)**

Dunn, D. L.; Rosenblatt, A.; Taira, D. A.; Latimer, E.; Bertko, J.; Stoiber, T.; Braun, P.; Busch, S. (1996). *A comparative analysis of health risk assessment*, Schaumburg: Illinois, SOA Monograph M-HB96-1.

**Ellis (2007)**

Ellis, R.P. (2007). *Risk adjustment in health care markets: concepts and applications*, online verfügbar unter [http://sws.bu.edu/ellisrp/EllisPapers/2007\\_Ellis\\_Riskadjustment25.pdf](http://sws.bu.edu/ellisrp/EllisPapers/2007_Ellis_Riskadjustment25.pdf) [August 2010].

**Ellis & Ash (1995)**

Ellis, R. P.; Ash, A. S. (1995). Refinements to the Diagnostic Cost Group (DCG) Model, *Inquiry*, 32: 418-429.

**Ellis & McGuire (2007)**

Ellis, R. P.; McGuire, T. G. (2007). Predictability and predictiveness in health care spending, *Journal of Health Economics*, 26: 25-48.

**Enquête-Kommission (1988)**

Enquête-Kommission (1988). *Zwischenbericht der Enquête-Kommission „Strukturreform der gesetzlichen Krankenversicherung“* vom 31. Oktober 1988, Bundestagsdrucksache 11/3267, online verfügbar unter <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/11/032/1103267.pdf> [Mai 2010].

**Epstein & Cumella (1988)**

Epstein, A. M.; Cumella, E. J. (1988). Capitation payment: Using predictors of medical utilization to adjust rates, *Health Care Financing Review*, 10 (1): 51-69.

**Ettinger et al. (1994)**

Ettinger, W. H.; Davis, M. A.; Neuhaus, J. M.; Mallon, K. P. (1994). Long-Term Physical Functioning in Persons with Knee Osteoarthritis From NHANES I: Effects of Comorbid Medical Conditions, *Journal of Clinical Epidemiology*, 47 (7): 809-815.

**Faltermaier (2007)**

Faltermaier, T. (2007). Geschlechtsspezifische Dimensionen im Gesundheitsverständnis und Gesundheitsverhalten, in: Badura, B.; Schröder, H.; Vetter, C. (Hrsg.) *Fehlzeiten-Report 2007 – Arbeit, Geschlecht und Gesundheit*, Springer Medizin Verlag: Heidelberg, 35-45.

**Feinstein (1970)**

Feinstein, A. R. (1970). The Pre-Therapeutic Classification of Co-Morbidity in Chronic Disease, *Journal of Chronic Disease*, 23: 455-468.

**Fishman et al. (2006)**

Fishman, P.; Sloan, K.; Burgess, J.; Zhou, C.; Wang, L. (2006). *Evaluating Alternative Risk Assessment Models: Evidence from the US Veteran Population*, Group Health Center for Health Studies, Working Paper.

**Fleßa (2007)**

Fleßa, S. (2007). *Gesundheitsökonomik*, Springer: Berlin, Heidelberg, 2. Auflage.

**Fortin et al. (2007a)**

Fortin, M.; Dubois, M. F.; Hudon, C.; Soubhi, H.; Almirall, J. (2007). Multimorbidity and quality of life: a closer look, *Health and Quality of Life Outcomes*

[elektronische Version], 5: 1-8, online verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2042974/pdf/1477-7525-5-52.pdf> [Juni 2010].

**Fortin et al. (2007b)**

Fortin, M.; Soubhi, H.; Hudon, C.; Bayliss, E. A.; van den Akker, M. (2007). Multimorbidity's many challenges, *British Medical Journal*, 334 (7602): 1016-1017.

**Fried et al. (1999)**

Fried, L. P.; Bandeen-Roche, K.; Kasper, J. D.; Guralnik, J. M. (1999). Association of Comorbidity with Disability in Older Women: The Women's Health and Aging Study, *Journal of Clinical Epidemiology*, 52 (1): 27-37.

**Gerste et al. (2000)**

Gerste, B.; Niemeyer, M.; Lauterberg, J. (2000). Wieviel chronisch Kranke gibt es? – Annäherungen mit Hilfe einer Analyse von Routinedaten, in: Arnold, M.; Litsch, M.; Schwartz, F.W. (Hrsg.) *Krankenhaus-Report '99. Schwerpunkt: Versorgung chronisch Kranker*, Schattauer: Stuttgart, New York, 67-92.

**Gijsen et al. (2001)**

Gijsen, R.; Hoeymans, N.; Schellevis, F. G.; Ruwaard, D.; Satariano, W. A.; van den Bos, G. A. M. (2001). Causes and consequences of comorbidity: A review, *Journal of Clinical Epidemiology*, 54: 661-674.

**GKV-Spitzenverband (2007)**

GKV-Spitzenverband (2007). *Vereinbarung der Spitzenverbände der am Risikostrukturausgleich beteiligten Krankenkassen gem. § 267 Abs. 7 SGB V*, Stand 3. Juli 2007, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_115/nn\\_1058368/DE/Risikostrukturausgleich/Rechtsgrundlagen/Vereinbarung\\_2006,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Vereinbarung\\_2006.pdf](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_115/nn_1058368/DE/Risikostrukturausgleich/Rechtsgrundlagen/Vereinbarung_2006,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Vereinbarung_2006.pdf) [Juli 2010].

**GKV-Spitzenverband (2008)**

GKV-Spitzenverband (2008). *Vereinbarung der Spitzenverbände der am Risikostrukturausgleich beteiligten Krankenkassen gem. § 267 Abs. 7 SGB V*, Stand 2. Juni 2008, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_115/nn\\_1058368/DE/Risikostrukturausgleich/Rechtsgrundlagen/Vereinbarung\\_2007,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Vereinbarung\\_2007.pdf](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_115/nn_1058368/DE/Risikostrukturausgleich/Rechtsgrundlagen/Vereinbarung_2007,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Vereinbarung_2007.pdf) [Juli 2010].

**GKV-Spitzenverband (2010)**

GKV-Spitzenverband (2010). *Bestimmung des GKV-Spitzenverbandes nach § 267 Abs. 7 Nr. 1 und 2 SGB V in der Fassung vom 29. März 2010*, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_115/nn\\_1058368/DE/Risikostrukturausgleich/Rechtsgrundlagen/Bestimmung\\_GKV-SPV\\_\\_C2\\_A7\\_\\_267\\_\\_SGB\\_\\_V,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Bestimmung\\_GKV-SPV\\_%C2%A7\\_267\\_SGB\\_V.pdf](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_115/nn_1058368/DE/Risikostrukturausgleich/Rechtsgrundlagen/Bestimmung_GKV-SPV__C2_A7__267__SGB__V,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Bestimmung_GKV-SPV_%C2%A7_267_SGB_V.pdf) [Mai 2010].

**Glaeske (2005)**

Glaeske, G. (2005). *Anpassung des Klassifikationsmodells Rx-Groups an die speziellen Voraussetzungen in der GKV*, Gutachterliche Expertise, Köln, 18. November 2005, online verfügbar unter [https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/redaktion/pdf/publikationen/forschungsberichte/Anpassung\\_Klassifikationsmodells\\_RxGroups.pdf](https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/redaktion/pdf/publikationen/forschungsberichte/Anpassung_Klassifikationsmodells_RxGroups.pdf) [Juni 2010].

**Glaeske & Schicktanz (2010)**

Glaeske, G.; Schicktanz, C. (2010). *BARMER GEK Arzneimittelreport 2010*, Asgard-Verlag: St. Augustin.

**Glaeske et al. (2001)**

Glaeske, G.; Lauterbach, K. W.; Rürup, B.; Wasem, J. (2001). *Weichenstellungen für die Zukunft – Elemente einer neuen Gesundheitspolitik*, Tagungsbeitrag für die Friedrich-Ebert-Stiftung, Gesprächskreis Arbeit und Soziales, Tagung „Mittel- und langfristige Gestaltung des deutschen Gesundheitswesens“ am 5. Dezember 2001, Berlin, online verfügbar unter [http://www.ak-sozialpolitik.de/doku/05\\_soziales/sgb\\_v/2001/2001\\_12\\_05\\_gkv\\_fes.pdf](http://www.ak-sozialpolitik.de/doku/05_soziales/sgb_v/2001/2001_12_05_gkv_fes.pdf) [November 2010].

**Göpffarth (2004)**

Göpffarth, D. (2004). *Die Reform des Risikostrukturausgleichs – Eine Zwischenbilanz*, erweiterte Fassung eines Vortrags im Rahmen des Dahlemer Forums zur Gesundheitsversorgung in Europa, 12. Juli 2004, online verfügbar unter [http://www.wm.tu-berlin.de/fileadmin/f8/wiwidok/diskussionspapiere\\_wiwidok/dp18-2004.pdf](http://www.wm.tu-berlin.de/fileadmin/f8/wiwidok/diskussionspapiere_wiwidok/dp18-2004.pdf) [Mai 2010].

**Göpffarth (2005)**

Göpffarth, D. (2005). Reforming Germany's risk structure equalization scheme – taking stock at the halfway point, *Journal of Public Health*, 13: 248-256.

**Göpffarth (2006)**

Göpffarth, D. (2006). RSA-Jahresausgleich 2004 – Daten und Fakten, in: Göpffarth, D.; Greß, S.; Jacobs, K.; Wasem, J. (Hrsg.) *Jahrbuch Risikostrukturausgleich 2006*, Asgard-Verlag: St. Augustin, 331-375.

**Göpffarth (2007)**

Göpffarth, D. (2007). Der Risikostrukturausgleich auf dem Weg zur direkten Morbiditätsorientierung, *Gesundheit & Gesellschaft Wissenschaft*, 7 (3): 23-30.

**Göpffarth (2008)**

Göpffarth, D. (2008). *Festlegungen des BVAs zu den Zuweisungen aus dem Gesundheitsfonds*, Vortrag bei der Produkteinweisung des BVA-Groupers am 28. Oktober 2008 in Berlin, online verfügbar unter [http://www.dxcg.de/uploads/media/II.\\_DxCG\\_Risk\\_Symposium\\_-\\_28.\\_Oktober\\_2008\\_-\\_Vortraege\\_Teil\\_2.pdf](http://www.dxcg.de/uploads/media/II._DxCG_Risk_Symposium_-_28._Oktober_2008_-_Vortraege_Teil_2.pdf) [Oktober 2009].

**Göpffarth (2010)**

Göpffarth, D. (2010). *Erste Erkenntnisse der Finanzierung über den Fonds mittels Morbi-RSA*, Vortrag im Rahmen des Gesundheitspolitischen Kolloquiums ES 2009/2010 im Zentrum für Sozialpolitik, Bremen, 27. Januar 2010, online verfügbar unter [http://www.zes.uni-bremen.de/ccm/cms-service/stream/asset/?asset\\_id=3106355](http://www.zes.uni-bremen.de/ccm/cms-service/stream/asset/?asset_id=3106355) [Juli 2010].

**Göpffarth & Henke (2006)**

Göpffarth, D.; Henke, K.-D. (2006). Finanzierungsreform und Risikostrukturausgleich – Was bleibt vom Ausgleichsverfahren?, *Diskussionspapier der Technischen Universität Berlin*, online verfügbar

bar unter [http://www.wm.tu-berlin.de/fileadmin/f8/wiwidok/diskussionspapiere\\_wiwidok/dp04-2006.pdf](http://www.wm.tu-berlin.de/fileadmin/f8/wiwidok/diskussionspapiere_wiwidok/dp04-2006.pdf) [August 2010].

**Göpffarth & Henke (2007)**

Göpffarth, D.; Henke, K.-D. (2007). Finanzierungsreform und Risikostrukturausgleich – Was bleibt vom Ausgleichsverfahren?, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, 227 (1): 27-48.

**Greene (2003)**

Greene, W. H. (2003). *Econometric Analysis*, Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, 5. Auflage.

**Greß (2002)**

Greß, S. (2002). Freie Kassenwahl und Preiswettbewerb in der GKV – Effekte und Perspektiven, *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung*, 71 (4): 490-497.

**Greß & Wasem (2001)**

Greß, S.; Wasem, J. (2001). Vorgaben für die Organisation von Krankenkassen, in: Alexander, A.; Rath, T. (Hrsg.) *Krankenkassen im Wandel - Organisationsentwicklung als Herausforderung*, DUV: Wiesbaden, 19-32.

**Greß & Wasem (2006)**

Greß, S.; Wasem, J. (2006). Gemeinsamer Bundesausschuss und die Wettbewerbsordnung in der GKV, *Medizinrecht*, 9: 512-515.

**Greß et al. (2006)**

Greß, S.; Maas, S.; Wasem, J. (2006). *Effektivitäts-, Effizienz- und Qualitätsreserven im deutschen Gesundheitssystem*, Expertise für die Hans-Böckler-Stiftung, Oktober 2006, Essen, online verfügbar unter [http://www.boeckler.de/show\\_product\\_hbs.html?productfile=HBS-004171.xml](http://www.boeckler.de/show_product_hbs.html?productfile=HBS-004171.xml).

**Greß et al. (2008)**

Greß, S.; Manouguian, M.; Walendzik, A.; Wasem, J. (2008). Gesundheitsfonds und Finanzierungsreform im GKV-WSG, *Gesellschaft und Gesundheit Wissenschaft*, 8 (3): 16-23.

**Greß et al. (2010)**

Greß, S.; Heinemann, S.; Jacobs, K. (2010). Spicken beim Nachbarn, *Gesundheit und Gesellschaft*, 13 (1): 21-26.



**Gujarati (2006)**

Gujarati, D. N. (2006). *Essentials of Econometrics*, McGraw Hill: Boston, 3. Auflage.

**Guralnik et al. (1993)**

Guralnik, J. M.; LaCroix, A. Z.; Abbott, R. D.; Berkman, L. F.; Satterfield, S.; Evans, D. A.; Wallace, R. B. (1993). Maintaining Mobility in Late Life, *American Journal of Epidemiology*, 137: 845-857.

**Hardy & Reynolds (2009)**

Hardy, M. A.; Reynolds, J. (2009). Incorporating Categorical Information into Regression Models: The Utility of Dummy Variables, in: Hardy, M.; Bryman, A. (Hrsg.) *Handbook of Data Analysis*, Sage: London, 209-236.

**Henke et al. (2002)**

Henke, K.-D.; Johannßen, W.; Neubauer, G.; Rumm, U.; Wasem, J. (2002). Zukunftsmodell für ein effizientes Gesundheitswesen in Deutschland. Vereinte Krankenversicherung AG, online verfügbar unter [https://www.allianz.com/static-resources/images-2006-12-13/pdf/saobj\\_211898\\_zukunftsmodell\\_vereinte.pdf](https://www.allianz.com/static-resources/images-2006-12-13/pdf/saobj_211898_zukunftsmodell_vereinte.pdf) [September 2010].

**Hodek et al. (2010)**

Hodek, J.-M.; Ruhe, A.-K.; Greiner, W. (2010). Gesundheitsbezogene Lebensqualität bei Multimorbidität, *Gesundheitswesen*, 72: 455-465.

**Höppner et al. (2005)**

Höppner, K.; Greß, S.; Rothgang, H.; Wasem, J.; Braun, B.; Buitkamp, M. (2005). *Grenzen und Dysfunktionalitäten des Kassenwettbewerbs in der GKV: Theorie und Empirie der Risikoselektion in Deutschland*, ZeS-Arbeitspapier Nr. 4/2005, online verfügbar unter [http://www.mm.wiwi.uni-due.de/fileadmin/fileupload/BWL-MEDMAN/Forschung/AP\\_Risikoselektion\\_4\\_2005.pdf](http://www.mm.wiwi.uni-due.de/fileadmin/fileupload/BWL-MEDMAN/Forschung/AP_Risikoselektion_4_2005.pdf) [November 2010].

**Höppner et al. (2006)**

Höppner, K.; Greß, S.; Rothgang, H.; Wasem, J. (2006). Instrumente der Risikoselektion - Theorie und Empirie, in: Göppfarth, D.; Greß, S.; Jacobs, K.; Wasem, J. (Hrsg.) *Jahrbuch Risikostrukturausgleich 2006*, Asgard-Verlag: St. Augustin, 119-144.

**Hovermann (2008)**

Hovermann, E. (2008). Eine isolierte Betrachtung von Morbi-RSA und Fonds kann wieder nur in die Irre führen, *Highlights online*, 3/08: 18.02.2008, 8-9, online verfügbar unter [http://www.letv-verlag-gesundheitspolitik.de/data/tex/highlights\\_08\\_03.pdf](http://www.letv-verlag-gesundheitspolitik.de/data/tex/highlights_08_03.pdf) [Oktober 2010].

**Iezzoni (2003)**

Iezzoni, L. (2003). Range of Risk Factors, in: Iezzoni, L. (Hrsg.) *Risk Adjustment for Measuring Health Care Outcomes*, Health Administration Press: Chicago, 3. Auflage, 33-70.

**IGES/Lauterbach/Wasem (2005)**

Reschke, P.; Sehlen, S.; Schiffhorst, G.; Schröder, W. F.; Lauterbach, K. W.; Wasem, J. (2005). *Klassifikationsmodelle für Versicherte im Risikostrukturausgleich. Untersuchung zur Auswahl geeigneter Gruppenbildungen, Gewichtungsfaktoren und Klassifikationsmerkmale für einen direkt morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich in der gesetzlichen Krankenversicherung*, Bundesministerium für Gesundheit und soziale Sicherung, Endbericht, [http://www.iges.de/publikationen/gutachten/rsa\\_gutachten/e5166/infoboxContent5168/EndberichtRSA-Gutachten\\_ger.pdf](http://www.iges.de/publikationen/gutachten/rsa_gutachten/e5166/infoboxContent5168/EndberichtRSA-Gutachten_ger.pdf) [März 2010].

**InEK (2010a)**

InEK (2010). *G-DRG-Fallpauschalen-Katalog 2010*, Stand 30.09.2009, online verfügbar unter [http://g-drg.de/cms/index.php/inek\\_site\\_de/G-DRG-System\\_2010/Fallpauschalen-Katalog/Fallpauschalen-Katalog\\_2010](http://g-drg.de/cms/index.php/inek_site_de/G-DRG-System_2010/Fallpauschalen-Katalog/Fallpauschalen-Katalog_2010) [Juli 2010].

**InEK (2010b)**

InEK (2010). *Deutsche Kodierrichtlinien*, Version 2011, online verfügbar unter [http://www.g-drg.de/cms/index.php/G-DRG-System\\_2011/Kodierrichtlinien/Deutsche\\_Kodierrichtlinien\\_2011](http://www.g-drg.de/cms/index.php/G-DRG-System_2011/Kodierrichtlinien/Deutsche_Kodierrichtlinien_2011) [Januar 2011].

**Jacobs et al. (2001)**

Jacobs, K.; Reschke, P.; Cassel, D.; Wasem, J. (2001). *Zur Wirkung des Risikostrukturausgleichs in der gesetzlichen Krankenversicherung*, Eine Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit, on-

line verfügbar unter [http://www.iges.de/publikationen/gutachten/rsa\\_gutachten/e5166/infoboxContent5178/RSA-Gutachten2001\\_ger.pdf](http://www.iges.de/publikationen/gutachten/rsa_gutachten/e5166/infoboxContent5178/RSA-Gutachten2001_ger.pdf)

**Jahn et al. (2009)**

Jahn, R.; Staudt, S.; Wasem, J. (2009). Verbesserung des Risikostrukturausgleichs als Instrument zur Sicherung der Balance zwischen Solidarität und Wettbewerb, in: Böckmann, R. (Hrsg.) *Gesundheitsversorgung zwischen Solidarität und Wettbewerb*, VS-Verlag: Wiesbaden, 43-61.

**Jiang et al. (2007)**

Jiang, S., Ellis, R. P.; Kuo, T.-C. (2007). *Does service-level spending show evidence of selection across health plan types?*. Working Paper. Department of Economics, Boston University, online verfügbar unter [http://people.bu.edu/ellisrp/EllisPapers/2007\\_JiangEllisKuo\\_Selection\\_Dec2007.pdf](http://people.bu.edu/ellisrp/EllisPapers/2007_JiangEllisKuo_Selection_Dec2007.pdf) [Oktober 2010].

**Kailuweit (2008)**

Kailuweit, I. (2008). System gefährdende Verwerfungen verhindern, *Highlights online*, 5/08: 21.02.2008, 8-9, online verfügbar unter [http://www.letv-verlag-gesundheitspolitik.de/data/text/highlights\\_08\\_05.pdf](http://www.letv-verlag-gesundheitspolitik.de/data/text/highlights_08_05.pdf) [September 2010].

**Kifmann & Lorenz (2004)**

Kifmann, M.; Lorenz, N. (2004). Der optimale „Risikopool“ zur Vermeidung von Risikoselektion, *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung*, 73 (4), 539-554.

**Klein (2001)**

Klein, C. (2001). Zur Genetik des Parkinson-Syndroms, *Praxis*, 90: 1015-1023.

**Klusen (2008)**

Klusen, N. (2008). Neue Systemvorgaben zuerst in einer Testphase erproben, *Highlights online*, 5/08: 21.02.2008, 10-11, online verfügbar unter [http://www.letv-verlag-gesundheitspolitik.de/data/text/highlights\\_08\\_05.pdf](http://www.letv-verlag-gesundheitspolitik.de/data/text/highlights_08_05.pdf) [September 2010].

**König et al. (2008)**

König, W.; Malin, E.; König, C.; Hernold, P.; Paquet, R. (2008). Krankheitsauswahl für den Morbi-RSA, *Gesellschaftspolitische Kommentare*, 4: 3-10.

**Kuhlmann (2007)**

Kuhlmann, J. (2007). Ausgewählte Verfahren der Hold-out und Kreuzvalidierung, in: Albers, S.; Klapper, D.; Konradt, U.; Walter, A.; Wolf, J. (Hrsg.) *Methodik der empirischen Forschung*, Gabler: Wiesbaden, 2. Auflage, 407-416.

**Lauterbach & Lungen (2005)**

Lauterbach, K. W.; Lungen, M. (2005). Konzepte zu einem diagnose- und verordnungsorientierten Risikostrukturausgleich zwischen den Krankenkassen, *Gesundheits- und Sozialpolitik*, 1-2: 20-24.

**Lauterbach & Wille (2001)**

Lauterbach, K.; Wille, E. (2001). *Modell eines fairen Wettbewerbs durch den Risikostrukturausgleich*. Gutachten im Auftrag des Verbandes der Angestellten-Krankenkassen e.V. (VdAK), des Arbeiter-Ersatzkassen-Verbandes e.V. (AEV), des AOK-Bundesverbandes (AOK-BV) und des IKK-Bundesverbandes (IKK-BV). Mannheim, Köln.

**Leinenbach (2006)**

Leinenbach, V. (2006). Wettbewerb und Wettbewerbsperspektiven in der Krankenversicherung, in: Rebscher, H. (Hrsg.) *Gesundheitsökonomie und Gesundheitspolitik - im Spannungsfeld zwischen Wissenschaft und Politikberatung*, Economica: Heidelberg, 343-364.

**Leu & Beck (2007)**

Leu, R. E.; Beck, K. (2007). Risikoselektion und Risikostrukturausgleich in der Schweiz, in: Wille, E.; Ulrich, V.; Schneider, U. (Hrsg.) *Wettbewerb und Risikostrukturausgleich im internationalen Vergleich*, Nomos: Baden-Baden, 115-159.

**Lungen et al. (2010)**

Lungen, M.; Drabik, A.; Büscher, G.; Passon, A.; Siegel, M.; Stock, S. (2010). Analyse von Selektionsanreizen für Krankenkassen nach Einführung des morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleichs: Eine empirische Analyse, *Das Gesundheitswesen*, 72: 790-796.

**McCarthy (1976)**

McCarthy, P. J. (1976). The Use of Balanced Half-Sample Replication in Cross-

Validation Studies, *Journal of the American Statistical Association*, 71 (355): 596-604.

**Mookim (2008)**

Mookim, P. G. (2008). *Desired vs. undesired infertility and estimation methods in health economics*. Dissertation, Boston University, Graduate School of Arts and Science.

**Müller & Schneider (1999)**

Müller, J.; Schneider, W. (1999). Entwicklung der Mitgliederzahlen, Beitragssätze, Versichertenstrukturen und RSA-Transfers in Zeiten des Kassenwettbewerbs – empirische Befunde im dritten Jahr der Kassenwahlrechte, *Arbeit und Sozialpolitik*, 3/4, 20-39.

**Newhouse (1986a)**

Newhouse, J. P. (1986a). Rate adjusters for Medicare under capitation, *Health Care Financing Review*, Spec No: 45-55.

**Newhouse (1986b)**

Newhouse, J. P. (1986b). *Capitation and Medicare*. RAND: Santa Monica.

**Newhouse (1996)**

Newhouse, J. P. (1996). Reimbursing Health Plans and Health Providers: Efficiency in Production Versus Selection, *Journal of Economic Literature*, 34 (Sep. 1996): 1236-1263.

**Newhouse (2002)**

Newhouse, J. P. (2002). *Pricing the Priceless*, MIT Press: Cambridge, London.

**Newschaffer et al. (1996)**

Newschaffer, C. J.; Penberthy, L.; Desch, C. E.; Retchin, S. M.; Whittemore, M. (1996). The effect of age and comorbidity in the treatment of elderly women with nonmetastatic breast cancer, *Archives of Internal Medicine*, 156 (1): 85-90.

**Noyes et al. (2008)**

Noyes, K.; Hangsheng, L.; Tamkin-Greener, H. (2008). Medicare Capitation Model, Functional Status, and Multiple Comorbidities: Model Accuracy, *The American Journal of Managed Care*, 14 (10): 679-690.

**Nuscheler (2004)**

Nuscheler, R. (2004). Krankenkassenwettbewerb in der GKV: Evidenz für Risikoselektion?, *Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung*, 73 (4): 528-538.

**o. V. (2008)**

o. V. (2008). Monika Stolz: Krankheitsliste für Finanzausgleich „zu weit gefasst“, *Deutsches Ärzteblatt*, 1. April 2008, online verfügbar unter <http://www.aerzteblatt.de/nachrichten/31878/> [Juli 2010].

**Orlowski & Wasem (2007)**

Orlowski, U.; Wasem, J. (2007). Gesundheitsreform 2007 (GKV-WSG): Änderungen und Auswirkungen auf einen Blick, C. F. Müller: Heidelberg.

**Paolucci et al. (2006)**

Paolucci, F.; den Exter, A.; van de Ven, W. P. M. M. (2006). Solidarity in competitive health insurance markets: analysing the relevant EC legal framework, *Health Economics, Policy and Law*, 1: 107-126.

**Pauly (1984)**

Pauly, M. V. (1984). Is cream-skimming a problem for the competitive medical market?, *Journal of Health Economics*, 3 (1): 87-95.

**Pfaff (2006)**

Pfaff, M. (2006). Zur historischen Genese und Weiterentwicklung des RSA, in: Göppfarth, D.; Greß, S.; Jacobs, K.; Wasem, J. (Hrsg.) *Jahrbuch Risikostrukturausgleich 2006*, Asgard-Verlag: St. Augustin, 35-53.

**Piroth (2005)**

Piroth, M. (2005). Morbiditätsorientierter RSA: Ja, aber ..., *Die Krankenversicherung*, 2: 46-49.

**Pope et al. (2000)**

Pope, G. C.; Ellis, R. P.; Ash, A. S.; Ayanian, J. Z.; Bates, D. W.; Burstin, H.; Iezzoni, L. I.; Marcantonio, E.; Wu, B. (2000). *Diagnostic Cost Group Hierarchical Condition Category Models for Medicare Risk Adjustment*, Final Report, Health Care Financing Administration, Contract No. 500-95-048.

**Pschyrembel (2010)**

Pschyrembel, W. [Begr.] (2010). *Pschyrembel Klinisches Wörterbuch 2011*, de Gruyter: Berlin, New York, 262. Auflage.

**Rebscher (2006)**

Rebscher, H. (2006). Von der Krankenkasse zum Unternehmen Gesundheit, in: Rebscher, H. (Hrsg.): *Gesundheitsökonomie und Gesundheitspolitik - im Spannungsfeld zwischen Wissenschaft und Politikberatung*, Economica: Heidelberg, 853-867.

**Reiners (2006)**

Reiners, H. (2006). Der „Lahnstein-Mythos“: Die schwere Geburt des RSA, in: Göppfarth, D.; Greß, S.; Jacobs, K.; Wasem, J. (Hrsg.) *Jahrbuch Risikostrukturausgleich 2006*, Asgard-Verlag: St. Augustin, 13-34.

**Reiners (2010)**

Reiners, H. (2010). Ideenschmiede für die Gesundheitspolitik, *Gesundheit und Gesellschaft*, 13 (1/10): 37-41.

**Riedel et al. (2006)**

Riedel, O.; Dodel, R.; Spottke, A.; Deuschl, G.; Förstl, H.; Henn, F.; Heuser, I.; Oertel, W.; Reichmann, H.; Riederer, P.; Trenkwalder, C.; Wittchen, H.-U. (2006). Wie beurteilen Ärzte die Häufigkeit demenzieller, depressiver und psychotischer Symptome bei Patienten mit der Parkinson-Krankheit?, *Aktuelle Neurologie*, 33: 374-380.

**Rijken et al. (2005)**

Rijken, M.; van Kerkhof, M.; Dekker, J.; Schellevis, F. G. (2005). Comorbidity of chronic diseases, *Quality of Life Research*, 14: 45-55.

**Rothgang et al. (2005)**

Rothgang, H.; Wasem, J.; Greß, S. (2005). *Kopfprämienmodelle in der GKV Lohnt sich ein Systemwechsel?*, Diskussionsbeitrag aus dem Fachbereich Wirtschaftswissenschaften Universität Duisburg-Essen Campus Essen, Nr. 140, Januar 2005, online verfügbar unter <http://www.wiwi.uni-due.de/fileadmin/fileupload/WIWI/pdf/140.pdf> [Mai 2010].

**Rürup (2009)**

Rürup, B. (2009). Gesundheitsökonomie Grundlagen und Defizite des Gesundheitsfonds, *Der Urologe*, 2: 206-214.

**Rürup & Wille (2004)**

Rürup, B.; Wille, E. (2004). *Finanzierungsreform in der Krankenversicherung*, Gutachten für die Hans-Böckler-Stiftung, 15. Juli 2004, online verfügbar unter [http://www.boeckler.de/pdf/thema\\_gesundheit\\_2004\\_07\\_15\\_ruerup\\_wille.pdf](http://www.boeckler.de/pdf/thema_gesundheit_2004_07_15_ruerup_wille.pdf) [Februar 2010].

**Sachverständigenrat (2000/2001)**

Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen (2000/2001). Gutachten *Bedarfsgerechtigkeit und Wirtschaftlichkeit, Band III – Über-, Unter- und Fehlversorgung*, Bundestagsdrucksache 14/6871.

**Sachverständigenrat (2009)**

Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen (2009). Gutachten *Koordination und Integration – Gesundheitsversorgung in einer Gesellschaft des längeren Lebens*, Bundestagsdrucksache 16/13770.

**Schäfer (2007)**

Schäfer, T. (2007). *Stichprobenkonzept für Datenerhebungen nach § 30 RSAV - Gutachten im Auftrag des Bundesversicherungsamtes*, Bocholt, März 2007, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/nn\\_1440958/DE/Risikostrukturausgleich/Datengrundlagen/Gutachten/\\_Stichprobenplanung,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Gutachten\\_Stichprobenplanung.pdf](http://www.bundesversicherungsamt.de/nn_1440958/DE/Risikostrukturausgleich/Datengrundlagen/Gutachten/_Stichprobenplanung,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Gutachten_Stichprobenplanung.pdf) [März 2010].

**Schäfer (2008)**

Schäfer, T. (2008). Politik und Wissenschaft, *Gesellschaftspolitische Kommentare*, 12: 5-14.



**Schäfer (2011)**

Schäfer, T. (2011). *Statistische Bewertung unterschiedlicher Hierarchievarianten im Klassifikationssystem für den Risikostrukturausgleich*, Gutachten im Auftrag des Bundesversicherungsamtes, Oberuhldingen, April 2011, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_108/nn\\_1058636/DE/Risikostrukturausgleich/Weiterentwicklung\\_20RSA/Gutachten\\_\\_Schaefer,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Gutachten\\_Schaefer.pdf](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_108/nn_1058636/DE/Risikostrukturausgleich/Weiterentwicklung_20RSA/Gutachten__Schaefer,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Gutachten_Schaefer.pdf) [Juni 2011].

**Schmidt (2005)**

Schmidt, I. (2005). *Wettbewerbspolitik und Kartellrecht: eine interdisziplinäre Einführung*, Lucius & Lucius: Stuttgart, 8. Auflage.

**Schmidt et al. (2009)**

Schmidt, D.; Wittmann, R.; Göppfarth, D. (2009). Morbiditätsorientierte Datenmeldungen für die Weiterentwicklung des Risikostrukturausgleichs, in: Göppfarth, D; Greß, S.; Jacobs, K.; Wasem, J. (Hrsg.) *Jahrbuch Risikostrukturausgleich 2008*, Asgard-Verlag: St. Augustin, 275-302.

**Schmidt et al. (2010)**

Schmidt, D.; Wittmann, R.; Göppfarth, D. (2010). Datenmeldungen für den morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich, in: Göppfarth, D; Greß, S.; Jacobs, K.; Wasem, J. (Hrsg.) *Jahrbuch Risikostrukturausgleich 2009/2010*, medhochzwei: Heidelberg, 211-240.

**Schneider (2007)**

Schneider, H. (2007). Nachweis und Behandlung von Multikollinearität, in: Albers, S.; Klapper, D.; Konradt, U.; Walter, A.; Wolf, J. (Hrsg.) *Methodik der empirischen Forschung*, Gabler: Wiesbaden, 2. Auflage, 183-198.

**Schulte (2010)**

Schulte, C. (2010). Die Abbildung von Multimorbidität im morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich, in: Repschläger, U.; Schulte, C.; Osterkamp, N. (Hrsg.) *BARMER GEK - Gesundheitswesen aktuell 2010*, 37 Grad GmbH: Düsseldorf, 126-144.

**Simon (2010)**

Simon, M. (2010). *Das Gesundheitssystem in Deutschland: Eine Einführung in Struktur und Funktionsweise*, Huber: Bern, 3. Auflage.

**Spycher (2002)**

Spycher, S. (2002). *Risikoausgleich in der Schweiz – Notwendigkeit, Ausgestaltung und Wirkungen*, Zusammenfassung, Haupt: Bern, online verfügbar unter <http://www.buerobass.ch/pdf/2002/Dissertation%20Stefan.pdf>.

**Starfield (2006)**

Starfield, B. (2006). Threads and Yarns: Weaving the Tapestry of Comorbidity, *Annals of Family Medicine*, 4 (2): 101-103.

**Steckel & Vanhonacker (1993)**

Steckel, J. H.; Vanhonacker, W. R. (1993). Cross-Validation Regression Models in Marketing Research, *Marketing Science*, 12 (4): 415-427.

**Stern (2008)**

Stern, M. (2008), Zystische Fibrose, in: Rodeck, B.; Zimmer, K.-P. (Hrsg.) *Pädiatrische Gastroenterologie, Hepatologie und Ernährung*, Springer Medizin Verlag: Heidelberg, 470-477.

**Ulle et al. (2008)**

Ulle, T.; Deppisch, R.; Lux, G.; Dahl, H.; Marks, P.; Aidelsburger, P.; Wassem, J. (2008). *Konzeptionelle und empirische Fragen der Krankheitsauswahl im Kontext der Einführung des morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleichs in der GKV*, Diskussionsbeitrag aus dem Fachbereich Wirtschaftswissenschaften Universität Duisburg-Essen, Campus Essen, Nr. 164, online verfügbar unter <http://www.wiwi.uni-due.de/fileadmin/fileupload/WIWI/pdf/164.pdf> [Mai 2010].

**Valderas et al. (2009)**

Valderas, J. M.; Starfield, B.; Sibbald, B.; Salisbury, C.; Roland, M. (2009). Defining comorbidity: implications for understanding health and health services, *Annals of Family Medicine*, 7 (4): 357-363.

**van Barneveld et al. (2000)**

van Barneveld, E. M.; Lamers, L. M.; van Vliet, R. C. J. A.; van de Ven, W. P. M. M. (2000). Ignoring small predictable profits and losses: a new approach for measuring incentives for cream skimming, *Health Care Management Science*, 3: 131-140.

**van de Ven (2002)**

van de Ven, W. P. M. M. (2002). Was ist die beste Strategie eines „solidarischen“ Ausgleichs der Krankheitslasten in einem wettbewerblichen Krankenversicherungssystem: Obergrenzen für Versicherungsbeiträge oder risikobezogene Prämiensubventionen?, *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung* 71 (4), 477-489.

**van de Ven & Ellis (2000)**

van de Ven, W. P. M. M.; Ellis, R. P. (2000). Risk Adjustment in Competitive Health Plan Markets. in: Culyer, A. J.; Newhouse, J. P. (Hrsg.) *Handbook of Health Economics*, Elsevier: Oxford, 755-845.

**van de Ven & van Vliet (1992)**

van de Ven, W. P. M. M.; van Vliet, R. C. J. A. (1992). How can we prevent cream skimming in a competitive health insurance market?, in: Zweifel, P.; Frech, H. E. (Hrsg.) *Health Economics Worldwird*, Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, 23-46.

**van de Ven et al. (2003)**

van de Ven, W. P. M. M.; Beck, K.; Buchner, F.; Chernichovsky, D.; Gardiol, L.; Holly, A.; Lamers, L. M.; Schokkaert, E.; Shmueli, A.; Spycher, S.; Van de Voorde, C.; van Vliet, R. C. J. A.; Wasem, J.; Zmora, I (2003). Risk adjustment and risk selection on the sickness fund insurance market in five European countries, *Health Policy*, 65, 75-98.

**van de Ven et al. (2007)**

van de Ven, W. P. M. M.; Beck, K.; Van de Voorde, C.; Wasem, J.; Zmora, I. (2007). Risk adjustment and risk selection in Europe: 6 years later, *Health Policy* 83: 162-179.

**van den Akker et al. (1996)**

van den Akker, M.; Buntinx, F.; Knottnerus, J. A. (1996). Comorbidity or multimorbidity: what's in a name? A review of literature, *European Journal of General Practice*, 2: 65-70.

**van den Bos (1995)**

van den Bos, G. A. M. (1995). The burden of chronic diseases in terms of disability, use of health care and healthy life expectancies, *European Journal of Public Health*, 5 (1): 29-34.

**van Vliet (1992)**

van Vliet, R. C. J. A. (1992). Predictability of Individual Health Care Expenditures, *Journal of Risk and Insurance*, 59 (3): 443-461.

**van Vliet & van de Ven (1992)**

van Vliet, R. C. J. A.; van de Ven, W. P. M. M. (1992). Towards a Capitation Formula for Competing Health Insurers. An Empirical Analysis, *Social Science & Medicine*, 34 (9): 1035-1048.

**van Vliet et al. (2010)**

van Vliet, R. C. J. A.; Everhardt, T.P.; van Asselt, M.M.; Mazzola, G.J.; Goudriaan, R.; Notenboom, A. (2010). *Overall Toets risicovereveningsmodel somatische zorg 2011*, Eindrapportage, Den Haag, APE, online verfügbar unter <http://cdn.ikregeer.nl/pdf/blg-109210.pdf> [April 2011].

**Waltermann (2009)**

Waltermann, R. (2009). *Sozialrecht*, C. F. Müller: Heidelberg, 8. Auflage.

**Wasem (1998)**

Wasem, J. (1998). Der Risikostrukturausgleich als zentraler Baustein einer solidarischen Gesundheitspolitik muß ausgebaut werden, in: Knoche, M.; Hüngeling, G. (Hrsg.) *Soziale und ökologische Gesundheitspolitik*, Mabuse-Verlag: Frankfurt, 243-249.

**Wasem (2008)**

Wasem, J. (2008). *Stellungnahme zum Gutachten des wissenschaftlichen Beirats zur Auswahl von 50 bis 80 Krankheiten zur Berücksichtigung im morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich*, Essen, 1.2.2008, online verfügbar unter <http://www.wiwi.uni-due.de/fileadmin/fileupload/WIWI/pdf/164.pdf>.

**Wasem (2010)**

Wasem, J. (2010). Sprech-Stunde: „Rückführung des RSA - der Wettbewerb würde leiden“, *Versicherungswirtschaft*, 65 (17), 1212.

**Wasem & Buchner (2006)**

Wasem, J.; Buchner, F. (2006). Risikostrukturausgleich in einem GKV-System mit Pauschalprämien, in: Göppfarth, D.; Greß, S.; Jacobs, K.; Wasem, J. (Hrsg.) *Jahrbuch Risikostrukturausgleich 2006*, Asgard-Verlag: Sankt Augustin, 279-303.

**Wasem & Greß (2006)**

Wasem, J.; Greß, S. (2006). Finanzmanagement in Krankenversicherungen, in: Busse, R.; Schreyögg, J.; Gericke, C. (Hrsg.) *Management im Gesundheitswesen*, Springer Medizin Verlag: Heidelberg, 219-231.

**Wasem et al. (2004)**

Wasem, J.; Buchner, F.; Behrend, C. (2004). Der Risikostrukturausgleich in der deutschen gesetzlichen Krankenversicherung, in: Beck, K. (Hrsg.) *Reformstau beim Risikoausgleich?*, Risk Adjustment Network (RAN), online verfügbar unter [http://www.css-institut.ch/home-cssinstitut/institut-publikationen/institut-wiss\\_public\\_risikoausgleich.htm](http://www.css-institut.ch/home-cssinstitut/institut-publikationen/institut-wiss_public_risikoausgleich.htm), 17-20.

**Wasem et al. (2005)**

Wasem, J.; Lauterbach, K. W.; Schröder, W. F. (2005). Klassifikationsmodelle für Versicherte im morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich, *Gesellschaft und Gesundheit Wissenschaft* 5 (2): 7-15.

**Wasem et al. (2009)**

Wasem, J.; Staudt, S.; Jahn, R. (2009). Warum braucht es für einen Wettbewerb im Gesundheitswesen einen Risikostrukturausgleich?, *Public HealthForum*, 17 (64), 4.e1-4.e3.

**Werblow (2002)**

Werblow, A. (2002). Alles nur Selektion? Der Einfluss von Selbstbehalten in der Gesetzlichen Krankenversicherung, *Vierteljahrshefte zu Wirtschaftsforschung*, 71 (4): 427-436.

**Wissenschaftlicher Beirat (2007)**

Wissenschaftlicher Beirat zur Weiterentwicklung des Risikostrukturausgleichs (2007). *Wissenschaftliches Gutachten für die Auswahl von 50 bis 80 Krankheiten zur Berücksichtigung im morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich*, Dezember 2007, online verfügbar unter [http://www.bundesversicherungsamt.de/cln\\_115/nn\\_1441010/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Gutachten\\_Wissenschaftlicher\\_Beirat.html](http://www.bundesversicherungsamt.de/cln_115/nn_1441010/DE/Risikostrukturausgleich/Festlegungen/Gutachten_Wissenschaftlicher_Beirat.html) [Juli 2010].

**Wissenschaftlicher Beirat (2011)**

Wissenschaftlicher Beirat zur Weiterentwicklung des Risikostrukturausgleichs (2011). *Evaluationsbericht zum Jahresausgleich 2009 im Risikostrukturausgleich*, Endfassung, 22.06.2011, online verfügbar unter [https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/dateien/Publikationen/Forschungsberichte/2011/Evaluationsbericht\\_morbi-rsa.pdf](https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/dateien/Publikationen/Forschungsberichte/2011/Evaluationsbericht_morbi-rsa.pdf) [September 2011].

**Wolff et al. (2002)**

Wolff, J. L.; Starfield, B.; Anderson, G. (2002). Prevalence, expenditures, and complications of multiple chronic conditions in the elderly, *Archives of Internal Medicine*, 162 (20): 2269-2276.

**Wooldridge (2006)**

Wooldridge, J. M. (2006). *Introductory Econometrics - A Modern Approach*, Thomson South-Western: Mason, OH, 3. Auflage.

**Wu & Green (2000)**

Wu, S.-Y.; Green, A. (2000). *Projection of Chronic Illness Prevalence and Cost Inflation*, Expertise für die Johns Hopkins University, Oktober 2002, unveröffentlicht.

**Zhao et al. (2001)**

Zhao, Y.; Ellis, R. P.; Ash, A. S.; Calabrese, D.; Ayanian, J. Z.; Slaughter, J. P.; Weyuker, L.; Brown, B. (2001). Measuring Population Health Risks Using Inpatient Diagnoses and Outpatient Pharmacy Data, *Health Services Research*, 36 (6 Part II): 180-193.

**Zhao et al. (2005)**

Zhao, Y.; Ash, A. S.; Ellis, R. P.; Ayanian, J. Z.; Pope, G. C.; Bowen, B.; Weyuker, L. (2005). Predicting pharmacy costs and other medical costs using diagnoses and drug claims, *Medical Care*, 43 (1): 34-43.

**Zweifel & Breuer (2002)**

Zweifel, P.; Breuer, M. (2002). *Weiterentwicklung des deutschen Gesundheitssystems*, Gutachten im Auftrag des Verbands Forschender Arzneimittelhersteller e.V., Zürich, online verfügbar unter <http://www.vfa.de/de/wirtschaft-politik/artikel-wirtschaft-politik/vfareformkonzept.html> [Mai 2010].

**Zweifel & Breuer (2006)**

Zweifel, P.; Breuer, M. (2006). Risikogerechte Prämien in der Sozialen Krankenversicherung: Ein Reformkonzept, in: Göppfarth, D.; Greß, S.; Jacobs, K.; Wasem, J. (Hrsg.) *Jahrbuch Risikostrukturausgleich 2006*, Asgard-Verlag: St. Augustin, 95-118.

## A. Koeffizientenschätzer

### A.1. Status Quo Modell

Die Koeffizientenschätzer des Status Quo Modells sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

**Tabelle 26:** Koeffizientenschätzer des Status Quo Modells

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AGG1	3.768,2777	51,4953	1,0000
AGG2	711,6387	16,8234	1,0024
AGG3	475,8486	13,3934	1,0041
AGG4	668,4190	15,3931	1,0019
AGG5	655,2190	11,8959	1,0094
AGG6	837,2668	14,1212	1,0363
AGG7	911,2852	14,7497	1,0497
AGG8	789,0838	13,3361	1,0249
AGG9	679,6255	11,8226	1,0202
AGG10	724,8377	11,8478	1,0219
AGG11	783,1181	12,9272	1,0483
AGG12	836,6725	13,5351	1,0647
AGG13	956,5732	15,4575	1,1020
AGG14	1.184,7119	13,6238	1,1030
AGG15	1.369,6819	14,3458	1,1501
AGG16	1.556,2058	16,9204	1,1587
AGG17	1.614,6801	18,4359	1,1856
AGG18	1.788,6867	22,4343	1,1738
AGG19	1.508,7568	39,6153	1,0726
AGG20	1.339,6516	56,0139	1,0439
AGG21	4.142,6693	49,7963	1,0000
AGG22	854,6629	16,4023	1,0046
AGG23	624,5398	13,1718	1,0259
AGG24	532,9356	15,0940	1,0143
AGG25	388,2764	11,9768	1,0027
AGG26	425,8076	14,2544	1,0020



**Tabelle 26:** Koeffizientenschätzer des Status Quo Modells (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AGG27	421,6673	15,0396	1,0030
AGG28	470,2457	14,0288	1,0059
AGG29	507,9672	12,4205	1,0154
AGG30	571,1422	12,4566	1,0197
AGG31	709,4212	13,6494	1,0501
AGG32	825,0993	14,4451	1,0672
AGG33	1.005,7845	16,6997	1,1173
AGG34	1.336,8660	14,7417	1,0986
AGG35	1.600,2445	15,9106	1,1325
AGG36	1.746,0203	19,9684	1,1243
AGG37	1.764,6382	25,2077	1,1008
AGG38	1.650,3239	36,5172	1,0586
AGG39	1.294,7742	77,9545	1,0151
AGG40	1.577,1962	129,1285	1,0060
EMG1	2.805,0692	55,4864	1,0401
EMG2	1.729,9681	40,6492	1,0637
EMG3	1.011,7544	34,6148	1,0925
EMG4	2.320,6436	53,8920	1,0437
EMG5	1.637,2168	38,8514	1,0717
EMG6	1.095,0206	32,7415	1,1225
HMG001	15.522,2074	121,0512	1,0081
HMG002	1.784,1531	78,5483	1,0543
HMG003	1.695,8782	176,9248	1,0068
HMG004	14.930,0841	139,2174	1,0273
HMG005	3.478,9008	105,4488	1,0260
HMG006	8.829,5000	109,1648	1,0130
HMG007	2.827,9017	52,2621	1,0131
HMG008	13.927,2809	63,4054	1,0163
HMG009	9.788,2833	81,7784	1,0106
HMG010	7.615,3642	84,3468	1,0077
HMG011	5.760,6939	111,6068	1,0055
HMG012	4.130,9027	72,2250	1,0066

**Tabelle 26:** Koeffizientenschätzer des Status Quo Modells (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG013	1.818,5260	18,0066	1,0797
HMG014	646,8595	25,3162	1,0233
HMG015	2.076,3779	28,9418	1,3583
HMG016	1.862,0755	58,1075	1,0423
HMG017	1.230,9913	24,3435	1,2097
HMG019	531,7948	11,4358	1,2401
HMG020	1.812,4246	29,1290	1,2866
HMG021	7.585,2801	95,9766	1,0029
HMG022	1.192,4541	43,2963	1,0692
HMG023	1.104,2895	42,1432	1,0080
HMG024	0,0000	0,0000	0,0000
HMG025	2.317,7080	80,4106	1,0226
HMG026	991,1379	53,5637	1,0310
HMG027	1.508,1748	49,7510	1,0233
HMG028	856,1836	244,7235	1,0116
HMG029	900,2122	83,1393	1,0042
HMG031	1.366,4936	56,2023	1,0193
HMG033	1.400,2964	36,4271	1,0086
HMG035	154.500,0492	388,5897	1,0014
HMG036	778,0064	19,5576	1,0494
HMG037	1.041,3946	66,0914	1,0158
HMG038	1.293,9032	20,2073	1,0484
HMG039	1.101,6040	25,4615	0,7320
HMG040	1.461,4053	20,4727	1,0798
HMG041	947,6336	25,2902	1,1219
HMG042	577,0567	83,3235	1,0115
HMG043	10.420,9227	311,2785	1,0005
HMG044	5.468,0000	83,3610	1,0394
HMG045	2.823,0003	71,0480	1,0475
HMG046	937,5031	26,4963	1,0792
HMG047	1.167,3677	44,5821	1,0508
HMG048	654,2414	53,5161	1,0456

**Tabelle 26:** Koeffizientenschätzer des Status Quo Modells (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG049	459,8952	21,1640	1,2280
HMG051	2.264,7872	43,8285	1,0375
HMG052	1.338,6323	28,3878	1,0512
HMG053	749,3465	37,5960	1,0138
HMG054	4.511,4563	39,8690	1,0508
HMG055	2.471,9402	51,6501	1,0089
HMG056	1.555,6685	25,7669	1,0378
HMG057	509,1839	13,3676	1,0972
HMG058	1.062,7025	15,2908	1,0784
HMG066	1.122,9737	35,7935	1,0383
HMG067	7.420,1784	59,5641	1,0572
HMG068	4.566,7786	84,4707	1,0208
HMG069	1.898,6745	55,5019	1,0124
HMG070	4.181,4483	140,1848	1,0040
HMG071	704,7715	21,6622	1,2103
HMG072	6.226,4668	51,7700	1,0428
HMG073	2.013,6158	29,4014	1,0590
HMG074	1.343,6187	25,4375	1,0611
HMG075	3.763,6646	75,5405	1,0518
HMG079	3.531,6145	44,7519	1,1287
HMG080	1.100,0805	15,9239	1,6487
HMG081	1.182,0589	54,9239	1,0385
HMG082	1.091,9387	53,5440	1,0257
HMG083	575,6486	20,9665	1,1283
HMG084	484,4592	13,6673	1,3313
HMG086	438,9238	18,3402	1,1455
HMG087	3.123,5238	202,1132	1,0012
HMG088	1.055,4186	55,2286	1,0158
HMG089	480,2237	63,3001	1,0384
HMG090	401,7183	23,2844	1,0983
HMG091	370,4892	8,5097	1,7139
HMG092	560,0260	17,8647	1,2447

**Tabelle 26:** Koeffizientenschätzer des Status Quo Modells (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG095	2.218,1974	116,0733	1,0355
HMG096	586,9858	50,1196	1,1626
HMG100	1.706,7583	35,3067	1,2036
HMG101	1.126,2347	67,8188	1,0097
HMG103	641,3937	49,3043	1,0272
HMG104	4.007,8462	78,2202	1,0706
HMG105	945,7758	22,1954	1,0945
HMG106	300,5390	23,0357	1,0629
HMG107	16.082,5482	236,4235	1,0046
HMG108	2.201,5325	80,1706	1,0121
HMG109	832,7348	12,1097	1,1159
HMG110	318,4255	86,1035	1,0053
HMG111	5.156,4858	98,3240	1,0631
HMG112	943,4484	35,3166	1,0748
HMG130	36.227,6437	76,7490	1,1200
HMG131	1.070,8217	20,5114	1,2209
HMG132	248,1338	34,8227	0,8324
HMG133	1.611,4832	42,3805	1,0374
HMG134	4.060,7302	72,7968	1,0550
HMG136	248,1338	34,8227	0,1952
HMG143	2.318,3824	311,8516	1,0003
HMG146	855,4581	22,6838	1,1057
HMG149	1.831,3151	44,3447	1,0254
HMG152	656,7625	19,2190	1,0343
HMG157	1.101,6040	25,4615	0,3219
HMG158	0,0000	0,0000	0,0000
HMG159	452,8268	35,5456	0,0150
HMG161	1.858,1771	88,4783	1,0238
HMG162	452,8268	35,5456	1,0645
HMG164	2.609,9228	39,6870	1,0590
HMG165	443,7381	28,4084	1,0276
HMG174	17.921,9036	368,7729	1,0253

**Tabelle 26:** Koeffizientenschätzer des Status Quo Modells (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG175	10.286,2544	216,6542	1,0109
HMG176	4.275,0293	131,4764	1,0513
HMG177	2.568,0541	127,3937	1,0075
HMG184	2.227,4084	115,8009	1,0017

## A.2. Modell 1: Altersinteraktionen

Die Koeffizientenschätzer des Modells 1 (Altersinteraktionen) sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

**Tabelle 27:** Koeffizientenschätzer des Modells 1, Altersinteraktionen

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AGG1	3.768,2777	51,3569	1,0000
AGG2	668,1290	16,8398	1,0098
AGG3	443,6280	13,4604	1,0197
AGG4	669,9508	15,3578	1,0027
AGG5	650,8656	11,8696	1,0104
AGG6	827,2066	14,0905	1,0374
AGG7	897,2443	14,7207	1,0513
AGG8	771,8361	13,3170	1,0275
AGG9	657,1290	11,8176	1,0248
AGG10	692,5006	11,8523	1,0282
AGG11	737,0156	12,9493	1,0575
AGG12	769,5458	13,5971	1,0803
AGG13	847,9819	15,5891	1,1269
AGG14	1.297,8915	13,7734	1,1335
AGG15	1.487,4608	14,5191	1,1844
AGG16	1.685,8940	17,1081	1,1909
AGG17	1.745,4074	18,6573	1,2208
AGG18	1.909,3171	22,6670	1,2048
AGG19	1.593,2002	39,7337	1,0849

**Tabelle 27:** Koeffizientenschätzer des Modells 1, Altersinteraktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AGG20	1.398,9022	56,0618	1,0513
AGG21	4.142,6693	49,6625	1,0000
AGG22	807,7134	16,4508	1,0160
AGG23	583,6899	13,4724	1,0790
AGG24	542,6111	15,1501	1,0274
AGG25	386,1373	11,9519	1,0040
AGG26	419,3736	14,2198	1,0025
AGG27	413,2495	15,0035	1,0036
AGG28	459,2189	13,9971	1,0068
AGG29	492,7744	12,3959	1,0169
AGG30	551,1600	12,4371	1,0219
AGG31	674,0481	13,6404	1,0544
AGG32	758,6949	14,4784	1,0779
AGG33	888,2450	16,8314	1,1411
AGG34	1.454,4903	14,8331	1,1183
AGG35	1.733,9781	16,0375	1,1568
AGG36	1.903,3387	20,1228	1,1479
AGG37	1.935,3346	25,3598	1,1202
AGG38	1.824,8782	36,6061	1,0695
AGG39	1.441,1483	77,8497	1,0178
AGG40	1.685,9249	128,8534	1,0071
EMG1	2.514,4929	55,5510	1,0481
EMG2	1.439,1581	40,7638	1,0755
EMG3	818,8015	34,6564	1,1010
EMG4	2.092,8507	53,9555	1,0519
EMG5	1.392,8349	38,9457	1,0827
EMG6	901,0456	32,8340	1,1349
HMG001	15.348,1846	120,8267	1,0098
HMG002	1.507,6075	78,3975	1,0560
HMG003	1.461,2999	176,5430	1,0079
HMG004	18.325,5618	203,3882	2,2045

**Tabelle 27:** Koeffizientenschätzer des Modells 1, Altersinteraktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG005	5.413,1766	161,4766	2,4190
HMG006	12.242,9819	188,4743	3,0358
HMG007	2.851,6069	52,1285	1,0134
HMG008	18.358,8377	107,5973	2,9424
HMG009	13.259,2847	145,0582	3,1969
HMG010	8.940,1491	124,7046	2,2145
HMG011	7.359,9963	206,3220	3,4549
HMG012	4.575,6800	86,6618	1,4570
HMG013	2.524,5405	34,9063	4,0794
HMG014	644,6118	25,2506	1,0235
HMG015	1.834,1694	39,2365	2,5100
HMG016	1.834,1694	39,2365	0,4778
HMG017	1.074,3998	40,8196	3,4196
HMG019	530,4188	11,4107	1,2413
HMG020	1.783,6982	29,4015	1,3179
HMG021	8.583,4695	122,6167	1,6458
HMG022	1.326,2889	34,4752	0,6816
HMG023	1.326,2889	34,4752	0,6782
HMG024	0,0000	0,0000	0,0000
HMG025	2.696,4756	113,0795	2,0332
HMG026	978,6073	53,4215	1,0311
HMG027	1.478,8273	49,6305	1,0238
HMG028	0,0000	0,0000	0,0000
HMG029	897,8751	82,9201	1,0043
HMG031	1.449,3143	56,0643	1,0198
HMG033	1.384,0402	36,3350	1,0089
HMG035	154.530,0814	387,5595	1,0015
HMG036	779,9468	19,5087	1,0498
HMG037	1.008,4209	65,9324	1,0163
HMG038	1.286,2866	20,2257	1,0560
HMG039	1.136,4094	30,1080	1,0291

**Tabelle 27:** Koeffizientenschätzer des Modells 1, Altersinteraktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG040	1.497,3432	20,4335	1,0815
HMG041	1.313,3486	58,1741	5,9684
HMG042	629,0087	83,1460	1,0126
HMG043	10.414,5398	310,4467	1,0006
HMG044	8.434,0780	140,8646	2,9840
HMG045	2.433,7980	70,9894	1,0514
HMG046	1.151,9581	43,9154	2,9806
HMG047	1.320,5052	44,6206	1,0583
HMG048	724,6048	53,3515	1,0448
HMG049	0,0000	0,0000	0,0000
HMG051	2.193,3724	43,7434	1,0391
HMG052	1.292,9412	28,3427	1,0535
HMG053	713,0057	37,5038	1,0142
HMG054	4.977,2294	44,6617	1,3257
HMG055	2.494,4918	51,5136	1,0090
HMG056	1.738,3966	30,0818	1,4221
HMG057	581,2266	18,3800	2,0855
HMG058	1.128,0764	18,8796	1,6530
HMG066	905,1446	50,8976	2,1108
HMG067	6.821,4945	61,9363	1,1493
HMG068	4.831,7357	111,4830	1,7876
HMG069	1.234,0056	36,5236	0,4408
HMG070	3.893,7359	175,8024	1,5875
HMG071	712,6586	21,6430	1,2147
HMG072	7.290,8701	57,6659	1,3008
HMG073	2.312,7179	70,7102	6,1581
HMG074	1.172,5354	26,0715	1,1207
HMG075	3.953,9869	92,8967	1,5992
HMG079	5.064,5889	73,6517	3,0738
HMG080	1.729,3160	34,3971	7,7343
HMG081	1.259,0075	54,8298	1,0405



**Tabelle 27:** Koeffizientenschätzer des Modells 1, Altersinteraktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG082	1.115,0356	53,4120	1,0261
HMG083	591,0676	17,7126	0,8096
HMG084	591,0676	17,7126	2,2480
HMG086	557,7329	32,9824	3,7247
HMG087	595,0557	61,4294	0,0930
HMG088	595,0557	61,4294	1,2635
HMG089	407,4538	63,1421	1,0388
HMG090	363,6324	23,2385	1,0998
HMG091	339,7765	8,5162	1,7258
HMG092	628,9535	17,9049	1,2571
HMG095	3.630,4670	184,3555	2,6264
HMG096	1.372,6235	104,1637	5,0489
HMG100	1.738,9907	35,4977	1,2233
HMG101	1.002,9506	71,1579	1,1176
HMG103	0,0000	0,0000	0,0000
HMG104	4.829,6391	179,1995	5,6496
HMG105	963,1096	22,1370	1,0946
HMG106	318,3796	22,9797	1,0635
HMG107	17.740,2153	274,4006	1,3606
HMG108	2.247,1929	79,9763	1,0127
HMG109	824,0919	18,7138	2,6793
HMG110	0,0000	0,0000	0,0000
HMG111	7.787,5984	171,8784	3,2662
HMG112	1.253,5817	65,3952	3,7052
HMG130	36.291,1664	75,9970	1,1041
HMG131	1.966,5309	50,7161	7,5048
HMG132	242,9426	34,7070	0,8314
HMG133	2.536,2422	72,1839	3,0258
HMG134	7.518,2944	163,9353	5,3792
HMG136	242,9426	34,7070	0,1949
HMG143	2.260,8290	311,0204	1,0004

**Tabelle 27:** Koeffizientenschätzer des Modells 1, Altersinteraktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG146	855,0377	22,6248	1,1059
HMG149	2.125,1018	91,9207	4,4297
HMG152	529,0265	22,7504	1,4571
HMG157	1.234,0056	36,5236	0,6660
HMG158	1.782,4573	375,6136	1,0075
HMG159	902,0430	88,4275	0,0935
HMG161	1.843,7962	88,2742	1,0246
HMG162	902,0430	88,4275	6,6234
HMG164	3.076,6608	66,5792	2,9964
HMG165	431,3908	28,3287	1,0274
HMG174	14.687,5266	371,1485	1,0442
HMG175	9.458,4532	216,4947	1,0149
HMG176	2.774,8960	156,1588	1,4911
HMG177	2.191,9288	127,1963	1,0098
HMG184	3.557,8035	152,5182	1,7471
AG1HMG020	2.485,3620	221,0609	1,0179
AG1HMG021	3.814,4876	325,5847	1,1700
AG1HMG038	1.406,9335	251,7286	1,0082
AG1HMG044	2.742,2271	501,2846	1,1445
AG1HMG046	801,9671	183,3131	1,1150
AG1HMG066	383,3762	71,3869	2,1257
AG1HMG067	5.430,3851	222,8219	1,1456
AG1HMG068	1.747,3935	366,1335	1,1070
AG1HMG069	2.564,8674	160,5746	1,0851
AG1HMG070	8.058,7180	470,2174	1,1767
AG1HMG071	6.317,4247	418,4352	1,0159
AG1HMG073	-926,3911	205,1730	1,1438
AG1HMG074	2.498,0036	110,5168	1,1326
AG1HMG080	3.217,5929	291,1775	1,0754
AG1HMG087	5.155,2360	353,2428	1,0555
AG1HMG088	1.257,7222	128,0017	1,3394

**Tabelle 27:** Koeffizientenschätzer des Modells 1, Altersinteraktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AG1HMG092	3.931,7223	459,7494	1,0149
AG1HMG100	1.756,3634	277,0515	1,0296
AG1HMG101	1.070,1148	229,0366	1,1203
AG1HMG107	-8.750,3076	539,1488	1,3560
AG1HMG109	-491,0605	41,3915	1,3254
AG1HMG111	3.702,3151	469,4309	1,1604
AG1HMG112	-512,7528	104,2151	1,6630
AG1HMG131	4.975,8330	441,2158	1,0207
AG1HMG164	9.488,1528	317,6530	1,0980
AG3HMG004	-6.216,6595	277,1813	2,1683
AG3HMG005	-3.538,6374	212,3332	2,3989
AG3HMG006	-5.133,2663	230,5278	3,0218
AG3HMG008	-6.709,9664	132,6809	2,9321
AG3HMG009	-5.105,2225	175,2496	3,1915
AG3HMG010	-2.394,5020	168,6494	2,2104
AG3HMG011	-2.181,3192	244,8788	3,4533
AG3HMG012	-1.468,2980	155,7069	1,4526
AG3HMG013	-941,2683	40,6726	4,1385
AG3HMG015	390,6427	48,0259	2,7245
AG3HMG017	233,9752	48,1292	3,2153
AG3HMG021	-5.250,7945	215,9702	1,4785
AG3HMG023	-966,0491	71,1264	1,3096
AG3HMG025	-837,6170	159,6498	2,0088
AG3HMG041	-416,6085	64,3382	6,0154
AG3HMG044	-5.056,2702	174,7806	2,8617
AG3HMG046	-430,9543	55,0024	2,9334
AG3HMG049	690,7744	22,9836	1,2612
AG3HMG054	-1.922,8997	97,7364	1,2772
AG3HMG056	-587,2456	57,5452	1,4110
AG3HMG057	-161,3031	26,6281	2,1428
AG3HMG058	-166,3480	31,8398	1,6650

**Tabelle 27:** Koeffizientenschätzer des Modells 1, Altersinteraktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AG3HMG068	-1.276,2067	177,8468	1,6642
AG3HMG070	-2.742,8939	323,4132	1,4196
AG3HMG072	-5.289,9111	129,6919	1,2598
AG3HMG073	-276,9679	77,8578	6,0707
AG3HMG075	-2.104,8124	158,8357	1,5403
AG3HMG079	-2.590,7400	92,1859	3,0606
AG3HMG080	-754,8986	37,5535	7,8367
AG3HMG084	-120,5577	21,4672	2,7715
AG3HMG086	-150,0152	39,2875	3,7960
AG3HMG095	-2.322,6754	235,6354	2,6026
AG3HMG096	-887,3189	115,6594	4,9503
AG3HMG103	778,7254	54,4673	1,0284
AG3HMG104	-933,7516	197,6356	5,6168
AG3HMG109	148,5216	25,5278	2,5092
AG3HMG111	-4.567,0118	211,1308	3,0609
AG3HMG112	-412,4062	81,0733	3,0942
AG3HMG131	-987,3249	55,1206	7,5759
AG3HMG133	-1.301,2542	88,8606	2,9911
AG3HMG134	-4.088,5787	182,3844	5,3138
AG3HMG149	-375,9077	104,7823	4,4423
AG3HMG152	428,5070	42,1523	1,4883
AG3HMG162	-482,8733	96,4009	6,7553
AG3HMG164	-1.087,1685	82,5999	2,9407
AG3HMG176	2.278,3969	296,7052	1,3886
AG3HMG184	-3.194,0805	233,5146	1,7459

### A.3. Modell 2: Geschlechtsinteraktionen

Die Koeffizientenschätzer des Modells 2 sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

**Tabelle 28:** Koeffizientenschätzer des Modells 2, Geschlechtsinteraktionen

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AGG1	3.768,2777	51,4776	1,0000
AGG2	716,9110	16,8256	1,0034
AGG3	478,8725	13,3904	1,0044
AGG4	672,8358	15,3889	1,0021
AGG5	657,8489	11,8942	1,0098
AGG6	840,2236	14,1195	1,0368
AGG7	914,6421	14,7483	1,0503
AGG8	792,1134	13,3359	1,0256
AGG9	682,9093	11,8246	1,0212
AGG10	728,1561	11,8521	1,0233
AGG11	788,0838	12,9350	1,0502
AGG12	844,9582	13,5497	1,0678
AGG13	970,8117	15,4884	1,1072
AGG14	1.213,6530	13,7176	1,1190
AGG15	1.413,7959	14,5393	1,1821
AGG16	1.623,9201	17,2609	1,2066
AGG17	1.702,8319	18,9926	1,2592
AGG18	1.890,4370	23,1754	1,2535
AGG19	1.609,8424	40,2715	1,1092
AGG20	1.428,8018	56,5973	1,0665
AGG21	4.142,6693	49,7793	1,0000
AGG22	849,2976	16,4068	1,0058
AGG23	620,7216	13,1703	1,0264
AGG24	529,4096	15,0904	1,0145
AGG25	385,5177	11,9748	1,0031
AGG26	422,5797	14,2527	1,0024
AGG27	418,0110	15,0383	1,0035
AGG28	465,5668	14,0296	1,0067
AGG29	502,3942	12,4233	1,0166

**Tabelle 28:** Koeffizientenschätzer des Modells 2, Geschlechtsinteraktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AGG30	564,7201	12,4623	1,0213
AGG31	699,1113	13,6597	1,0524
AGG32	809,2115	14,4695	1,0716
AGG33	981,0601	16,7589	1,1260
AGG34	1.296,2099	14,9445	1,1299
AGG35	1.545,7515	16,3184	1,1921
AGG36	1.671,8967	20,5920	1,1964
AGG37	1.677,2823	25,9820	1,1703
AGG38	1.557,9154	37,3323	1,1072
AGG39	1.209,9831	78,5121	1,0304
AGG40	1.514,0576	129,5399	1,0131
EMG1	2.864,0422	55,6020	1,0451
EMG2	1.762,2426	40,7316	1,0687
EMG3	1.044,2141	34,6556	1,0958
EMG4	2.249,2620	54,0745	1,0515
EMG5	1.582,8762	38,9857	1,0799
EMG6	1.047,5396	32,8397	1,1300
HMG001	15.757,6320	135,5124	1,2642
HMG002	2.148,8023	110,1418	2,0745
HMG003	1.680,0792	176,8747	1,0069
HMG004	14.908,5704	139,1856	1,0276
HMG005	4.039,1006	144,6063	1,9309
HMG006	9.991,5866	153,0910	1,9936
HMG007	3.154,5136	74,2514	2,0464
HMG008	13.920,6768	63,3863	1,0164
HMG009	8.759,8455	116,5524	2,0542
HMG010	7.590,8249	84,3246	1,0078
HMG011	6.296,6398	158,4189	2,0273
HMG012	4.126,7993	72,2022	1,0066
HMG013	1.668,4913	25,6143	2,1863
HMG014	649,7274	25,3084	1,0234

**Tabelle 28:** Koeffizientenschätzer des Modells 2, Geschlechtsinteraktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG015	2.074,1397	28,9333	1,3585
HMG016	1.857,6736	58,0908	1,0424
HMG017	1.232,1244	24,3359	1,2097
HMG019	532,1176	11,4324	1,2402
HMG020	1.812,3346	29,1198	1,2867
HMG021	7.583,3973	95,9519	1,0031
HMG022	1.545,9747	49,4773	1,3973
HMG023	1.545,9747	49,4773	1,3903
HMG024	0,0000	0,0000	0,0000
HMG025	2.599,1361	104,5305	1,7292
HMG026	985,3869	53,5607	1,0316
HMG027	1.982,6816	68,3044	1,9302
HMG028	823,4001	244,6632	1,0118
HMG029	899,0615	83,1138	1,0043
HMG031	1.376,4390	56,1855	1,0194
HMG033	1.399,0132	36,4167	1,0087
HMG035	156.398,3415	394,4534	1,0326
HMG036	780,3285	19,5507	1,0494
HMG037	1.028,6196	66,0761	1,0160
HMG038	1.303,5540	20,2022	1,0486
HMG039	1.094,8067	25,4452	0,7316
HMG040	1.472,8544	20,4679	1,0800
HMG041	1.430,4296	70,2277	8,6571
HMG042	671,3174	83,2059	1,0093
HMG043	10.349,8900	311,1943	1,0007
HMG044	7.139,1917	124,7840	2,3306
HMG045	2.819,5020	71,0381	1,0479
HMG046	764,9872	37,3394	2,1447
HMG047	1.187,1210	44,5675	1,0508
HMG048	650,5636	53,5006	1,0457
HMG049	344,1074	35,0560	3,3715

**Tabelle 28:** Koeffizientenschätzer des Modells 2, Geschlechtsinteraktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG051	2.253,0361	43,8849	1,0409
HMG052	1.248,8496	34,6811	1,5700
HMG053	745,5943	37,5861	1,0139
HMG054	4.515,7269	39,8575	1,0509
HMG055	2.474,8230	51,6430	1,0093
HMG056	1.390,0505	41,0155	2,6313
HMG057	513,4212	13,3662	1,0977
HMG058	1.069,9782	15,2920	1,0794
HMG066	1.126,8943	35,7903	1,0388
HMG067	8.139,7928	81,8011	1,9953
HMG068	5.378,0730	121,1624	2,1016
HMG069	1.898,9412	55,4810	1,0123
HMG070	4.764,4548	189,7059	1,8398
HMG071	702,2131	21,6582	1,2107
HMG072	6.264,2263	51,8027	1,0448
HMG073	2.338,5874	46,0071	2,5947
HMG074	1.347,0274	25,4342	1,0615
HMG075	3.749,9977	75,5319	1,0523
HMG079	3.518,4295	44,7502	1,1294
HMG080	1.231,3120	23,2427	3,5149
HMG081	1.165,4337	54,9449	1,0400
HMG082	1.079,7498	53,5195	1,0254
HMG083	667,9865	28,2249	2,0462
HMG084	536,8106	19,2156	2,6333
HMG086	442,1330	18,3249	1,1444
HMG087	2.281,7184	286,3467	2,0110
HMG088	1.053,4098	55,2102	1,0159
HMG089	476,3601	63,2854	1,0386
HMG090	370,9520	8,3664	0,1419
HMG091	370,9520	8,3664	1,6578
HMG092	558,9182	17,8559	1,2443



**Tabelle 28:** Koeffizientenschätzer des Modells 2, Geschlechtsinteraktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG095	1.709,0515	163,4967	2,0560
HMG096	587,0688	50,1033	1,1627
HMG100	1.714,5038	35,3027	1,2042
HMG101	1.125,5868	67,7968	1,0097
HMG103	647,6114	49,2906	1,0273
HMG104	4.318,9042	101,6492	1,8093
HMG105	1.069,5195	29,5296	1,9387
HMG106	433,9563	33,8178	2,2924
HMG107	16.117,7519	236,3622	1,0048
HMG108	2.181,6279	80,1531	1,0124
HMG109	831,4877	12,1072	1,1162
HMG110	317,9527	86,0746	1,0054
HMG111	5.681,5331	127,5120	1,7892
HMG112	1.053,1906	48,7127	2,0463
HMG130	35.626,7514	100,6009	1,9257
HMG131	1.150,4351	28,8456	2,4164
HMG132	253,3396	34,8128	0,8325
HMG133	1.615,3634	42,3735	1,0378
HMG134	4.054,2172	72,7480	1,0543
HMG136	253,3396	34,8128	0,1952
HMG143	2.372,0645	311,7535	1,0004
HMG146	854,8030	22,6773	1,1059
HMG149	1.835,7690	44,3318	1,0255
HMG152	655,5893	19,2133	1,0344
HMG157	1.094,8067	25,4452	0,3217
HMG158	0,0000	0,0000	0,0000
HMG159	0,0000	0,0000	0,0000
HMG161	1.576,1296	105,9492	1,4691
HMG162	0,0000	0,0000	0,0000
HMG164	2.625,7334	39,6553	1,0580
HMG165	679,6682	51,6560	3,3999

**Tabelle 28:** Koeffizientenschätzer des Modells 2, Geschlechtsinteraktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG174	21.176,4098	505,9389	1,9312
HMG175	10.167,8101	216,6779	1,0118
HMG176	4.226,7305	131,3936	1,0507
HMG177	3.054,5821	183,7460	2,0974
HMG184	2.926,0276	163,0157	1,9865
SexwHMG001	-1.422,7612	301,6051	1,2566
SexwHMG002	-789,9039	155,7424	2,0382
SexwHMG005	-1.248,5990	210,3738	1,9141
SexwHMG006	-2.387,4589	217,9925	1,9849
SexwHMG007	-653,4311	104,3105	2,0389
SexwHMG009	1.999,3697	163,3369	2,0474
SexwHMG011	-1.116,5875	222,9854	2,0208
SexwHMG013	286,4780	35,9195	2,1235
SexwHMG022	-461,3653	72,1795	1,9647
SexwHMG023	-826,1691	74,1457	1,8126
SexwHMG025	-693,3736	162,6191	1,7109
SexwHMG027	-997,1312	99,3354	1,9091
SexwHMG035	-69.149,4205	2.297,2792	1,0305
SexwHMG041	-464,2403	74,8154	8,6677
SexwHMG044	-2.984,7582	166,1613	2,3036
SexwHMG046	327,7114	52,3005	2,0908
SexwHMG049	192,1481	43,3652	3,4115
SexwHMG052	247,5460	59,7576	1,5309
SexwHMG056	272,4207	52,4867	2,6199
SexwHMG067	-1.525,2471	116,9738	1,9558
SexwHMG068	-1.582,0421	167,7894	2,0900
SexwHMG070	-1.330,0418	281,3521	1,8375
SexwHMG073	-535,3155	59,4663	2,5769
SexwHMG080	-223,4359	29,1500	3,2515
SexwHMG083	-219,5447	41,6011	1,9703
SexwHMG084	-107,7902	26,6733	2,5194

**Tabelle 28:** Koeffizientenschätzer des Modells 2, Geschlechtsinteraktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
SexwHMG087	1.667,5732	403,9633	2,0101
SexwHMG095	1.031,6112	229,0894	2,0297
SexwHMG104	-789,4118	156,2219	1,7603
SexwHMG105	-292,6058	44,3644	1,8757
SexwHMG106	-247,3525	46,0226	2,2748
SexwHMG111	-1.421,2689	196,5882	1,7378
SexwHMG112	-242,2370	69,3281	1,9903
SexwHMG130	1.222,2567	150,1647	1,8618
SexwHMG131	-159,1550	40,0276	2,3265
SexwHMG161	844,9242	192,2513	1,4619
SexwHMG165	-323,4845	61,7226	3,3951
SexwHMG174	-7.102,7098	732,7055	1,9127
SexwHMG177	-968,8083	254,5163	2,0908
SexwHMG184	-1.457,4964	231,5254	1,9850

#### A.4. Modell 3: Erwerbsminderungsinteraktionen

Die folgende Tabelle gibt die Koeffizientenschätzer für Modell 3, das Modell mit Erwerbsminderungsinteraktionen, wieder.

**Tabelle 29:** Koeffizientenschätzer des Modells 3,  
Erwerbsminderungsinteraktionen

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AGG1	3.768,2777	51,4524	1,0000
AGG2	716,1832	16,8101	1,0025
AGG3	477,9243	13,3830	1,0043
AGG4	670,1464	15,3808	1,0020
AGG5	656,1783	11,8867	1,0096
AGG6	837,2122	14,1103	1,0364
AGG7	912,3692	14,7387	1,0499
AGG8	790,3574	13,3268	1,0252

**Tabelle 29:** Koeffizientenschätzer des Modells 3,  
Erwerbsminderungsinteraktionen (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AGG9	680,2980	11,8154	1,0206
AGG10	728,9149	11,8418	1,0226
AGG11	787,5570	12,9206	1,0489
AGG12	847,5379	13,5281	1,0654
AGG13	969,0154	15,4515	1,1030
AGG14	1.206,1412	13,6248	1,1050
AGG15	1.403,1627	14,3514	1,1529
AGG16	1.602,1649	16,9298	1,1619
AGG17	1.671,2542	18,4521	1,1897
AGG18	1.851,2523	22,4499	1,1774
AGG19	1.571,7036	39,6045	1,0738
AGG20	1.396,7650	55,9820	1,0444
AGG21	4.142,6693	49,7549	1,0000
AGG22	860,4940	16,3897	1,0047
AGG23	627,4239	13,1624	1,0261
AGG24	534,7633	15,0820	1,0144
AGG25	388,5719	11,9677	1,0029
AGG26	424,1473	14,2437	1,0022
AGG27	421,9644	15,0285	1,0032
AGG28	471,1111	14,0189	1,0062
AGG29	509,3542	12,4126	1,0158
AGG30	576,5500	12,4491	1,0201
AGG31	715,2274	13,6411	1,0506
AGG32	835,8183	14,4367	1,0677
AGG33	1.019,6218	16,6900	1,1178
AGG34	1.362,5904	14,7389	1,1001
AGG35	1.641,9704	15,9156	1,1351
AGG36	1.803,3039	19,9771	1,1271
AGG37	1.833,9469	25,2167	1,1034
AGG38	1.729,0096	36,5133	1,0602
AGG39	1.376,4240	77,9033	1,0154

**Tabelle 29:** Koeffizientenschätzer des Modells 3,  
Erwerbsminderungsinteraktionen (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AGG40	1.646,5518	129,0288	1,0061
EMG1	2.630,0666	57,9002	1,1344
EMG2	1.385,4115	44,4038	1,2714
EMG3	454,0120	39,0802	1,3948
EMG4	2.199,2334	56,4824	1,1484
EMG5	1.266,5624	41,7171	1,2377
EMG6	450,8729	36,2977	1,3819
HMG001	15.164,8393	136,3131	1,2805
HMG002	1.651,5759	78,4601	1,0537
HMG003	1.663,0672	176,7878	1,0069
HMG004	15.342,3462	149,7728	1,1910
HMG005	3.155,9612	111,3316	1,1456
HMG006	8.559,9421	113,9404	1,1054
HMG007	2.679,9609	54,6269	1,1087
HMG008	13.463,8473	68,1336	1,1754
HMG009	9.375,7449	87,0082	1,1459
HMG010	7.610,1732	84,2834	1,0078
HMG011	5.561,8911	116,4002	1,0955
HMG012	4.137,4553	72,1770	1,0069
HMG013	1.787,8139	18,5285	1,1451
HMG014	649,4112	25,2960	1,0234
HMG015	2.073,2496	28,9235	1,3589
HMG016	1.795,3068	60,2095	1,1209
HMG017	1.237,0528	24,3246	1,2098
HMG019	532,0699	11,4267	1,2402
HMG020	1.801,4758	29,1081	1,2869
HMG021	7.141,8810	101,4299	1,1220
HMG022	1.080,8377	45,1711	1,1658
HMG023	933,6901	43,5095	1,0762
HMG024	0,0000	0,0000	0,0000
HMG025	2.165,2887	87,9915	1,2265

**Tabelle 29:** Koeffizientenschätzer des Modells 3,  
Erwerbsminderungsinteraktionen (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG026	984,6327	53,5412	1,0319
HMG027	1.495,9395	49,7226	1,0238
HMG028	0,0000	0,0000	0,0000
HMG029	898,6935	83,0763	1,0044
HMG031	1.357,7094	56,1621	1,0196
HMG033	1.349,3267	37,9114	1,0943
HMG035	154.536,0889	388,2697	1,0015
HMG036	772,2554	19,5431	1,0496
HMG037	1.000,5966	66,0517	1,0162
HMG038	1.223,6408	21,0260	1,1369
HMG039	1.096,0484	25,5961	0,7410
HMG040	1.468,3194	20,4597	1,0802
HMG041	858,9732	25,9141	1,1799
HMG042	588,4857	83,2564	1,0116
HMG043	10.436,2437	311,0233	1,0006
HMG044	5.314,8958	86,9370	1,1324
HMG045	2.768,2508	71,0127	1,0482
HMG046	963,1155	27,3440	1,1513
HMG047	1.184,4294	44,5538	1,0512
HMG048	652,5569	53,4576	1,0451
HMG049	482,1493	21,1547	1,2290
HMG051	2.398,4093	47,5974	1,2257
HMG052	1.394,4667	30,4162	1,2088
HMG053	735,8779	37,5681	1,0139
HMG054	4.908,7792	50,1774	1,6672
HMG055	2.487,5899	51,6351	1,0100
HMG056	1.564,0496	25,7899	1,0413
HMG057	525,2313	13,7902	1,1696
HMG058	1.102,1273	16,0447	1,1894
HMG066	1.121,4684	35,7641	1,0383
HMG067	7.676,5420	69,7011	1,4501

**Tabelle 29:** Koeffizientenschätzer des Modells 3,  
Erwerbsminderungsinteraktionen (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG068	4.461,2598	84,5856	1,0252
HMG069	1.992,8677	59,3175	1,1583
HMG070	4.168,1088	140,0857	1,0042
HMG071	692,5322	21,6523	1,2112
HMG072	6.238,7333	52,0669	1,0565
HMG073	1.957,0046	30,4881	1,1406
HMG074	1.422,8843	27,5783	1,2493
HMG075	3.868,6382	84,6165	1,3219
HMG079	3.049,1036	46,7421	1,2334
HMG080	1.025,1615	16,2441	1,7185
HMG081	1.209,4869	54,8822	1,0386
HMG082	1.091,1194	53,5022	1,0258
HMG083	574,6896	20,9509	1,1285
HMG084	488,7143	13,6565	1,3314
HMG086	440,4907	18,3257	1,1456
HMG087	3.108,6770	201,9511	1,0012
HMG088	1.067,6880	55,1841	1,0159
HMG089	456,4054	63,2522	1,0385
HMG090	396,5700	23,2659	1,0983
HMG091	363,1530	8,5042	1,7145
HMG092	557,1526	18,1681	1,2895
HMG095	2.188,4101	115,9922	1,0358
HMG096	580,7313	50,0849	1,1629
HMG100	1.723,9480	35,2912	1,2046
HMG101	1.277,7131	72,6975	1,1621
HMG103	647,8037	49,2644	1,0272
HMG104	3.958,2369	78,1731	1,0711
HMG105	953,1067	22,1777	1,0946
HMG106	306,4920	23,0171	1,0630
HMG107	15.915,1130	236,2925	1,0052
HMG108	2.171,8220	80,1127	1,0123

**Tabelle 29:** Koeffizientenschätzer des Modells 3,  
Erwerbsminderungsinteraktionen (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG109	806,8154	12,4164	1,1751
HMG110	326,6986	86,0324	1,0054
HMG111	5.039,0777	98,3086	1,0646
HMG112	854,9969	36,2729	1,1357
HMG130	35.950,1379	86,1211	1,4126
HMG131	1.001,3799	20,9450	1,2752
HMG132	255,1736	34,7946	0,8325
HMG133	1.407,9968	45,1484	1,1793
HMG134	3.843,3556	75,7517	1,1443
HMG136	255,1736	34,7946	0,1952
HMG143	2.268,8252	311,6044	1,0004
HMG146	856,4098	22,6650	1,1058
HMG149	1.765,5699	45,9458	1,1026
HMG152	587,0957	19,6606	1,0842
HMG157	1.096,0484	25,5961	0,3259
HMG158	1.092,2884	317,1118	1,0063
HMG159	461,5711	35,5371	0,0151
HMG161	1.831,1256	88,4129	1,0240
HMG162	461,5711	35,5371	1,0657
HMG164	2.440,4484	41,7932	1,1763
HMG165	444,5836	28,3846	1,0276
HMG174	16.401,1871	373,2935	1,0523
HMG175	9.421,8046	217,4588	1,0201
HMG176	5.238,7528	164,8202	1,6550
HMG177	2.452,8248	127,5097	1,0110
HMG184	2.213,9316	115,7067	1,0018
EHMG001	1.590,6817	294,9257	1,2921
EHMG004	-2.539,5895	392,7557	1,2060
EHMG005	2.146,6216	340,3339	1,1782
EHMG006	3.454,6482	391,0453	1,1090
EHMG007	1.758,6631	185,2280	1,1128



**Tabelle 29:** Koeffizientenschätzer des Modells 3,  
Erwerbsminderungsinteraktionen (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
EHMG008	3.438,7275	184,1356	1,1808
EHMG009	3.326,9329	252,9838	1,1532
EHMG011	2.825,0221	404,1776	1,0977
EHMG013	689,0607	77,3195	1,1331
EHMG016	875,5548	219,2475	1,0917
EHMG021	3.616,6898	311,2946	1,1288
EHMG022	1.111,1833	156,8489	1,3289
EHMG023	2.489,6028	172,7292	1,0835
EHMG025	792,9056	214,2539	1,2591
EHMG033	548,4780	135,4052	1,1101
EHMG038	837,1569	75,0514	1,1781
EHMG041	1.381,2216	112,9405	1,1393
EHMG044	1.749,3357	297,9237	1,1343
EHMG046	-595,5892	107,3315	1,1781
EHMG051	-939,7213	119,6052	1,2392
EHMG052	-537,6395	82,6562	1,2430
EHMG054	-914,5959	83,0468	1,7961
EHMG057	-210,2667	55,0616	1,2444
EHMG058	-344,7005	52,4388	1,3299
EHMG067	-1.210,1967	133,7245	1,5273
EHMG069	-657,6998	167,0713	1,1641
EHMG073	856,4463	112,5458	1,1103
EHMG074	-456,3906	69,8943	1,3125
EHMG075	-786,0032	185,0383	1,3343
EHMG079	4.690,8849	153,5282	1,2453
EHMG080	1.491,0633	68,1247	1,3439
EHMG092	570,5238	95,2524	1,1941
EHMG101	-1.136,3414	200,3282	1,1640
EHMG109	436,4482	54,8143	1,2341
EHMG112	1.678,9265	154,5358	1,1526
EHMG130	793,4861	191,1461	1,5616

**Tabelle 29:** Koeffizientenschätzer des Modells 3,  
Erwerbsminderungsinteraktionen (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
EHMG131	1.779,7855	95,3726	1,1933
EHMG133	1.751,9171	127,4961	1,2410
EHMG134	3.313,3299	267,2731	1,2140
EHMG149	709,8234	172,5938	1,1019
EHMG152	1.406,8643	90,2155	1,1067
EHMG157	1.477,8557	226,7573	1,0444
EHMG164	1.243,8108	132,2768	1,1989
EHMG176	-4.295,4685	281,0180	1,8059

## A.5. Modell 4: Krankheitsinteraktionen

Die folgende Tabelle gibt die Koeffizientenschätzer für Modell 4, das Modell mit Krankheitsinteraktionen (HMG-Interaktionen), wieder.

**Tabelle 30:** Koeffizientenschätzer des Modells 4, HMG-Interaktionen

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AGG1	3.768,2777	51,4632	1,0000
AGG2	713,4626	16,8139	1,0026
AGG3	478,6146	13,3872	1,0045
AGG4	670,6003	15,3852	1,0021
AGG5	657,4296	11,8908	1,0098
AGG6	838,6953	14,1144	1,0366
AGG7	913,5290	14,7433	1,0501
AGG8	791,0801	13,3315	1,0255
AGG9	681,9408	11,8212	1,0212
AGG10	726,3339	11,8484	1,0233
AGG11	783,8741	12,9315	1,0503
AGG12	837,2335	13,5455	1,0677
AGG13	956,4842	15,4713	1,1053
AGG14	1.180,8489	13,6489	1,1085
AGG15	1.361,3360	14,3761	1,1564

**Tabelle 30:** Koeffizientenschätzer des Modells 4, HMG-Interaktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AGG16	1.543,2446	16,9570	1,1652
AGG17	1.603,9958	18,4848	1,1934
AGG18	1.782,7972	22,4858	1,1807
AGG19	1.516,1854	39,6737	1,0771
AGG20	1.342,1940	56,0780	1,0476
AGG21	4.142,6693	49,7653	1,0000
AGG22	857,94348	16,3941	1,0048
AGG23	628,96563	13,1688	1,0267
AGG24	535,99690	15,0862	1,0145
AGG25	390,38117	11,9713	1,0031
AGG26	426,09772	14,2473	1,0022
AGG27	421,19102	15,0323	1,0033
AGG28	470,48285	14,0229	1,0063
AGG29	509,96676	12,4165	1,0161
AGG30	574,90152	12,4548	1,0206
AGG31	713,69156	13,6505	1,0516
AGG32	827,88317	14,4521	1,0696
AGG33	1.004,25617	16,7098	1,1200
AGG34	1.329,77471	14,7684	1,1040
AGG35	1.586,96119	15,9458	1,1389
AGG36	1.728,53801	19,9991	1,1291
AGG37	1.752,57380	25,2319	1,1043
AGG38	1.651,61632	36,5316	1,0608
AGG39	1.312,55842	77,9362	1,0159
AGG40	1.606,82193	129,082	1,0065
EMG1	2.801,96458	55,4590	1,0403
EMG2	1.721,58169	40,6391	1,0645
EMG3	997,62502	34,6034	1,0931
EMG4	2.278,70523	53,8859	1,0448
EMG5	1.630,91319	38,8480	1,0729
EMG6	1.085,28541	32,7365	1,1235

**Tabelle 30:** Koeffizientenschätzer des Modells 4, HMG-Interaktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG001	15.496,0000	120,9956	1,0084
HMG002	1.824,30961	78,5329	1,0552
HMG003	1.634,11724	176,8866	1,0076
HMG004	15.090,0000	138,9573	1,0248
HMG005	3.496,5841	105,4531	1,0274
HMG006	8.913,1766	109,0204	1,0115
HMG007	2.844,2024	52,2292	1,0131
HMG008	14.037,0000	65,5370	1,0871
HMG009	9.805,5043	81,7532	1,0112
HMG010	7.502,3194	88,1740	1,1026
HMG011	5.775,9868	111,5520	1,0058
HMG012	3.977,3906	77,1446	1,1498
HMG013	2.011,1482	20,9545	1,4640
HMG014	646,1106	25,30289	1,0235
HMG015	1.862,7693	34,26415	1,9063
HMG016	1.862,7693	34,26415	0,3629
HMG017	1.312,7118	26,59497	1,4456
HMG019	523,9035	11,78593	1,3189
HMG020	2.214,8945	50,63063	3,8919
HMG021	7.584,5393	95,92391	1,0031
HMG022	1.164,6757	43,27029	1,0693
HMG023	1.098,3801	42,11959	1,0081
HMG024			
HMG025	2.369,8956	80,42378	1,0242
HMG026	1.141,1341	58,57973	1,2347
HMG027	1.107,5277	56,38638	1,3161
HMG028	926,8201	244,65865	1,0124
HMG029	903,5771	83,10534	1,0047
HMG031	1.201,4779	61,82467	1,2350
HMG033	1.324,8142	37,44363	1,0670
HMG035	154.579,0000	388,38383	1,0016

**Tabelle 30:** Koeffizientenschätzer des Modells 4, HMG-Interaktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG036	776,9892	20,50486	1,1550
HMG037	1.022,0974	66,06931	1,0164
HMG038	1.302,0582	24,09118	1,4920
HMG039	1.076,6245	26,32214	0,7833
HMG040	1.422,2888	27,50196	1,9510
HMG041	755,3389	30,83560	1,6700
HMG042	599,3437	83,32822	1,0129
HMG043	10.446,0000	311,09492	1,0006
HMG044	5.507,0936	83,30753	1,0394
HMG045	2.644,7684	75,91557	1,1974
HMG046	935,0079	26,52407	1,0828
HMG047	1.057,9634	54,83008	1,5914
HMG048	568,5598	57,67053	1,2158
HMG049	911,1417	27,33002	2,0503
HMG051	1.883,2003	51,39907	1,4287
HMG052	1.246,6773	33,09042	1,4301
HMG053	711,2554	38,81526	1,0819
HMG054	4.409,8564	41,23665	1,1255
HMG055	2.478,1772	51,62565	1,0092
HMG056	1.524,2714	28,05978	1,2322
HMG057	514,6397	13,74768	1,1619
HMG058	1.067,4329	16,81942	1,3065
HMG066	1.122,5255	35,77429	1,0385
HMG067	6.387,1814	72,35849	1,5622
HMG068	4.399,4034	98,30832	1,3843
HMG069	1.742,3411	57,75408	1,0976
HMG070	3.499,6610	148,93401	1,1346
HMG071	724,4797	25,04658	1,6201
HMG072	6.373,6695	53,03049	1,0956
HMG073	2.217,0476	34,41963	1,4531
HMG074	1.326,0407	28,08359	1,2949

**Tabelle 30:** Koeffizientenschätzer des Modells 4, HMG-Interaktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG075	2.723,2548	86,29390	1,3743
HMG079	3.587,3972	50,77913	1,4551
HMG080	1.191,2031	18,96790	2,3422
HMG081	1.189,9730	54,94935	1,0408
HMG082	1.083,3254	53,54209	1,0269
HMG083	568,7024	20,98222	1,1314
HMG084	565,2063	19,50256	2,7141
HMG086	432,2140	18,33163	1,1459
HMG087	3.133,9980	201,99443	1,0012
HMG088	1.053,9365	55,19608	1,0159
HMG089	455,6680	63,29505	1,0395
HMG090	399,9337	23,48310	1,1185
HMG091	368,3364	8,93790	1,8931
HMG092	558,1716	17,85935	1,2455
HMG095	2.253,9817	116,04828	1,0364
HMG096	608,1387	50,10229	1,1633
HMG100	1.741,5018	35,32449	1,2064
HMG101	1.137,6075	67,79064	1,0101
HMG103	457,0434	65,69885	1,8262
HMG104	3.932,0526	78,68223	1,0847
HMG105	942,9822	22,17702	1,0941
HMG106	301,5226	23,02217	1,0630
HMG107	16.097,0000	236,28628	1,0047
HMG108	2.213,1107	80,16806	1,0133
HMG109	765,1730	13,27575	1,3429
HMG110	315,9196	86,05049	1,0054
HMG111	5.014,2034	98,78135	1,0744
HMG112	1.032,3832	38,00546	1,2463
HMG130	3.6545,0000	76,23413	1,1064
HMG131	1.038,3767	20,56754	1,2292
HMG132	265,9479	34,78676	0,8318

**Tabelle 30:** Koeffizientenschätzer des Modells 4, HMG-Interaktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG133	1.531,0374	43,15039	1,0768
HMG134	3.823,0040	75,06112	1,1231
HMG136	265,9479	34,78676	0,1950
HMG143	2.314,2745	311,66304	1,0003
HMG146	856,0521	22,67036	1,1058
HMG149	1.868,2034	45,67409	1,0892
HMG152	550,8282	21,98700	1,3554
HMG157	1.076,6245	26,32214	0,3445
HMG158			
HMG159	560,4576	42,01084	0,0210
HMG161	1.851,6814	88,43722	1,0242
HMG162	560,4576	42,01084	1,4888
HMG164	2.710,9710	42,98377	1,2438
HMG165	433,0725	28,52061	1,0370
HMG174	17.802,0000	368,56435	1,0254
HMG175	9.435,4776	259,54068	1,4526
HMG176			
HMG177			
HMG184	2.188,2685	115,75971	1,0023
HMG008HMG164	-1.417,6665	254,96453	1,1039
HMG010HMG165	1.560,8740	300,18117	1,1048
HMG012HMG074	1.408,8475	217,97379	1,1618
HMG013HMG031	963,6592	166,34206	1,1774
HMG013HMG041	-329,0652	96,53496	1,1177
HMG013HMG045	1.538,7980	209,98509	1,1559
HMG013HMG049	-772,6326	80,36760	1,1773
HMG013HMG057	-258,8712	59,15477	1,1800
HMG013HMG073	-873,0697	118,13199	1,1162
HMG013HMG080	-630,7420	51,76678	1,3038
HMG013HMG149	-741,4136	187,87679	1,0785
HMG013HMG164	-641,7868	117,87105	1,1870

**Tabelle 30:** Koeffizientenschätzer des Modells 4, HMG-Interaktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG015HMG020	-513,6832	72,88841	2,7632
HMG015HMG071	308,9595	56,65018	1,8397
HMG015HMG080	488,1078	52,87038	1,6018
HMG016HMG020	-497,1825	125,27696	1,3107
HMG017HMG020	-713,3728	72,01744	2,6235
HMG019HMG038	-333,3459	59,64800	1,2076
HMG019HMG075	1.032,6945	242,74877	1,1222
HMG024HMG080	1.109,7904	163,18161	1,0072
HMG026HMG052	-557,5250	144,37325	1,2720
HMG027HMG051	1.713,9569	199,24007	1,1570
HMG027HMG052	1.729,4940	138,09537	1,2694
HMG031HMG033	1.504,4295	258,32674	1,0783
HMG033HMG041	338,0179	192,75192	1,0565
HMG036HMG040	-301,3114	76,18308	1,1674
HMG036HMG056	534,7432	129,24504	1,0704
HMG036HMG067	1.966,1597	266,65544	1,0664
HMG038HMG041	1.229,7872	76,36843	1,2447
HMG038HMG080	-509,9856	62,29965	1,2433
HMG038HMG109	-231,7509	64,79134	1,2040
HMG038HMG152	954,6389	111,10541	1,0779
HMG039HMG058	467,6102	101,16946	1,1032
HMG040HMG091	145,1952	40,74952	1,8421
HMG041HMG109	629,9687	66,84962	1,2535
HMG041HMG162	-353,1940	78,21066	1,6593
HMG046HMG068	2.963,8062	436,34228	1,0488
HMG047HMG091	355,7764	92,09800	1,5478
HMG048HMG073	905,6752	151,45308	1,2201
HMG049HMG056	-761,5826	93,07501	1,1519
HMG049HMG074	-793,7418	75,20708	1,2639
HMG049HMG080	-846,0838	45,49192	1,6858
HMG049HMG084	-251,4436	49,95519	1,4247



**Tabelle 30:** Koeffizientenschätzer des Modells 4, HMG-Interaktionen  
(Fortsetzung)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG051HMG056	1.657,2640	142,16675	1,1908
HMG051HMG058	1.281,0225	132,31189	1,1863
HMG051HMG112	-966,7254	231,59273	1,0669
HMG052HMG054	1.596,7837	155,04852	1,1237
HMG052HMG058	309,7911	84,92502	1,1965
HMG052HMG071	-618,3667	103,55035	1,1564
HMG053HMG056	622,9246	154,71774	1,1010
HMG057HMG067	1.875,1043	214,12060	1,1028
HMG058HMG071	-384,9887	67,80419	1,2098
HMG058HMG080	-342,2410	53,29415	1,2153
HMG058HMG152	445,4356	89,62912	1,0908
HMG067HMG070	6.424,9539	439,52956	1,1575
HMG067HMG074	812,0577	145,61064	1,4266
HMG067HMG075	5.464,4637	209,86337	1,4032
HMG068HMG072	-2.353,1055	244,96353	1,2462
HMG068HMG133	2.521,8043	226,99400	1,2759
HMG069HMG074	2.603,8411	206,00108	1,1049
HMG073HMG080	-787,3865	70,25180	1,3747
HMG074HMG152	685,8310	139,31063	1,0577
HMG079HMG112	-530,3270	105,58251	1,5360
HMG080HMG109	405,6560	34,45835	1,4750
HMG080HMG175	2.755,5326	468,85328	1,4420
HMG084HMG091	-133,6517	26,24924	2,3533
HMG091HMG103	482,7574	98,58135	1,8085
HMG091HMG152	197,8483	48,46324	1,2804
HMG131HMG176	8.617,7417	236,37649	1,0105
HMG134HMG176	7.201,1584	264,57800	1,0885

## A.6. Modell 5: Gesamtmodell

Die folgende Tabelle enthält die Koeffizientenschätzer des Modells 5, das alle Interaktionsvariablen der Modelle 1 bis 4 enthält (Gesamtmodell).

**Tabelle 31:** Koeffizientenschätzer des Modells 5, Gesamtmodell

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AGG1	3.768,2777	51,2948	1,0000
AGG2	672,4962	16,8000	1,0075
AGG3	448,9007	13,4446	1,0198
AGG4	677,0360	15,3409	1,0029
AGG5	655,5678	11,8575	1,0108
AGG6	829,6330	14,0754	1,0377
AGG7	901,1799	14,7046	1,0515
AGG8	776,2138	13,3026	1,0278
AGG9	663,0603	11,8049	1,0251
AGG10	701,3185	11,8398	1,0285
AGG11	751,7600	12,9337	1,0575
AGG12	799,1384	13,5708	1,0788
AGG13	893,4646	15,5367	1,1220
AGG14	1.295,1098	13,7683	1,1354
AGG15	1.487,7386	14,5355	1,1900
AGG16	1.688,4330	17,1481	1,1994
AGG17	1.754,1404	18,7289	1,2332
AGG18	1.927,6128	22,7103	1,2123
AGG19	1.626,0095	39,7203	1,0868
AGG20	1.431,9387	56,0224	1,0524
AGG21	4.142,6693	49,6024	1,0000
AGG22	808,2750	16,4024	1,0124
AGG23	586,7596	13,4567	1,0792
AGG24	545,0057	15,1337	1,0276
AGG25	386,5656	11,9407	1,0045
AGG26	417,3867	14,2071	1,0032
AGG27	411,9448	14,9900	1,0042
AGG28	460,3478	13,9850	1,0075

**Tabelle 31:** Koeffizientenschätzer des Modells 5, Gesamtmodell (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AGG29	496,6864	12,3854	1,0176
AGG30	561,9538	12,4262	1,0226
AGG31	690,0418	13,6217	1,0540
AGG32	787,7884	14,4407	1,0749
AGG33	928,0426	16,7485	1,1326
AGG34	1.419,7872	14,8799	1,1281
AGG35	1.694,1090	16,1642	1,1780
AGG36	1.849,6849	20,3041	1,1715
AGG37	1.875,4375	25,5536	1,1401
AGG38	1.773,5129	36,7428	1,0801
AGG39	1.410,3002	77,8307	1,0198
AGG40	1.668,6376	128,7348	1,0077
EMG1	2.569,8430	57,8444	1,1392
EMG2	1.388,0018	44,2075	1,2679
EMG3	591,2441	38,6615	1,3735
EMG4	2.104,5414	56,4569	1,1544
EMG5	1.256,4939	41,5652	1,2363
EMG6	555,0178	36,0454	1,3711
HMG001	15.232,7694	151,6129	1,5938
HMG002	1.888,1044	109,7421	2,0742
HMG003	1.367,0552	176,4241	1,0089
HMG004	20.567,2447	239,9403	3,0755
HMG005	5.922,2530	186,6578	3,2401
HMG006	13.136,8037	211,4443	3,8301
HMG007	3.021,7426	75,9150	2,1544
HMG008	18.827,0572	138,4367	4,8826
HMG009	12.483,3521	174,7925	4,6531
HMG010	8.825,8597	127,9604	2,3373
HMG011	7.961,9674	231,1661	4,3475
HMG012	4.383,0438	91,2745	1,6202
HMG013	2.455,5585	42,2422	5,9887
HMG014	648,3225	25,2232	1,0238

**Tabelle 31:** Koeffizientenschätzer des Modells 5, Gesamtmodell (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG015	1.872,6192	34,1507	1,9061
HMG016	1.872,6192	34,1507	0,3628
HMG017	1.311,0116	26,5115	1,4459
HMG019	508,6200	11,5592	1,2769
HMG020	2.150,0066	50,8998	3,9593
HMG021	8.058,7187	134,3736	1,9813
HMG022	1.377,5357	37,5619	0,8111
HMG023	1.377,5357	37,5619	0,8070
HMG024	0,0000	0,0000	0,0000
HMG025	2.621,2230	104,2422	1,7320
HMG026	1.127,1770	58,4108	1,2356
HMG027	1.083,1311	56,2124	1,3166
HMG028	0,0000	0,0000	0,0000
HMG029	891,0810	82,8423	1,0049
HMG031	1.270,8222	61,6310	1,2354
HMG033	1.280,6056	38,6189	1,1425
HMG035	156.637,7439	392,9768	1,0322
HMG036	754,0868	19,7579	1,0794
HMG037	957,0407	65,8784	1,0171
HMG038	1.187,7894	23,8647	1,4737
HMG039	1.098,3045	31,5743	1,1345
HMG040	1.485,1082	20,4128	1,0819
HMG041	701,2952	30,5558	1,6506
HMG042	666,6677	83,0999	1,0140
HMG043	10.435,5712	310,0892	1,0007
HMG044	10.457,3889	187,8557	5,3198
HMG045	2.201,6498	75,8542	1,2033
HMG046	1.173,2652	55,8342	4,8298
HMG047	1.158,7740	54,6948	1,5940
HMG048	603,2776	57,4787	1,2157
HMG049	1.024,4045	28,1352	2,1872
HMG051	1.890,1284	53,8946	1,5811

**Tabelle 31:** Koeffizientenschätzer des Modells 5, Gesamtmodell (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG052	1.276,9767	34,2211	1,5395
HMG053	674,6652	38,6993	1,0825
HMG054	5.487,1408	73,5035	3,5995
HMG055	2.498,3430	51,4862	1,0103
HMG056	1.318,5361	42,8143	2,8876
HMG057	607,3193	19,4024	2,3296
HMG058	1.117,4605	17,3070	1,3924
HMG066	913,2436	50,8391	2,1110
HMG067	6.963,6606	97,5182	2,8560
HMG068	5.354,3120	148,1837	3,1659
HMG069	1.191,4793	36,9138	0,4513
HMG070	3.229,6158	182,3533	1,7121
HMG071	718,6197	25,0260	1,6281
HMG072	7.451,0797	58,9241	1,3615
HMG073	2.585,3973	51,4519	3,2684
HMG074	1.158,5822	28,5557	1,3476
HMG075	3.376,8717	117,1230	2,5483
HMG079	3.640,4442	101,0863	5,8042
HMG080	1.110,8249	19,1376	2,4000
HMG081	1.310,5258	54,8058	1,0421
HMG082	1.116,0194	53,3431	1,0260
HMG083	583,5931	15,0505	0,5860
HMG084	583,5931	15,0505	1,6270
HMG086	573,7296	32,7936	3,6911
HMG087	563,1231	62,1436	0,0954
HMG088	563,1231	62,1436	1,2962
HMG089	393,5315	63,0923	1,0396
HMG090	356,2131	8,5211	0,1482
HMG091	356,2131	8,5211	1,7319
HMG092	603,8742	18,1973	1,3016
HMG095	3.270,2031	215,8794	3,6101
HMG096	1.356,3078	104,3922	5,0833

**Tabelle 31:** Koeffizientenschätzer des Modells 5, Gesamtmodell (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG100	1.811,8417	38,1388	1,4155
HMG101	1.103,8515	67,5869	1,0107
HMG103	471,1607	65,4699	1,8254
HMG104	4.295,2224	101,7847	1,8271
HMG105	1.119,7705	29,2731	1,9188
HMG106	473,0635	33,6288	2,2831
HMG107	18.789,3640	390,2147	2,7581
HMG108	1.569,1126	152,1613	3,6745
HMG109	794,8203	14,5240	1,6178
HMG110	0,0000	0,0000	0,0000
HMG111	7.843,4861	185,7209	3,8227
HMG112	920,4467	38,4238	1,2822
HMG130	34.770,5635	183,8788	6,4795
HMG131	1.023,8594	21,0036	1,2903
HMG132	252,0002	34,6813	0,8322
HMG133	2.287,1082	87,8374	4,4912
HMG134	6.496,4517	187,2888	7,0380
HMG136	252,0002	34,6813	0,1951
HMG143	2.274,9425	310,6679	1,0005
HMG146	855,7031	22,5994	1,1061
HMG149	1.789,9214	47,2400	1,1728
HMG152	413,3665	23,5107	1,5599
HMG157	1.191,4793	36,9138	0,6820
HMG158	1.776,7804	375,2405	1,0079
HMG159	946,2018	89,4217	0,0959
HMG161	1.562,5132	105,5966	1,4698
HMG162	946,2018	89,4217	6,7896
HMG164	2.905,5868	77,0725	4,0250
HMG165	671,4469	51,5944	3,4161
HMG174	17.497,2165	509,0007	1,9686
HMG175	8.693,6030	258,9604	1,4556
HMG176	1.433,5159	107,0904	0,7030

**Tabelle 31:** Koeffizientenschätzer des Modells 5, Gesamtmodell (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG177	1.433,5159	107,0904	0,7175
HMG184	3.472,7335	152,4049	1,7487
EHMG001	1.685,6029	295,1162	1,3017
EHMG004	-7.052,4883	429,3147	1,4498
EHMG007	1.729,9309	184,5702	1,1117
EHMG008	-1.464,3018	211,5357	1,5679
EHMG021	2.865,4259	321,8894	1,2144
EHMG033	533,8903	135,3908	1,1167
EHMG038	862,9418	74,9627	1,1826
EHMG041	1.213,3269	112,5155	1,1377
EHMG044	-1.552,4387	318,4247	1,3038
EHMG046	-771,7941	111,7124	1,2841
EHMG049	-935,3460	80,7036	1,2499
EHMG051	-750,0886	119,4853	1,2444
EHMG052	-491,7914	83,9685	1,2907
EHMG054	-1.532,8550	87,9298	2,0259
EHMG057	-300,9117	56,2956	1,3088
EHMG058	-347,4169	52,3917	1,3357
EHMG067	-814,7261	136,0325	1,5902
EHMG073	913,1825	114,7550	1,1614
EHMG075	-1.647,7646	196,1768	1,5090
EHMG079	3.748,9888	168,8301	1,5152
EHMG080	1.483,6871	68,1188	1,3519
EHMG092	510,7549	95,0741	1,1969
EHMG100	-343,2423	98,4116	1,2459
EHMG108	1.317,3287	296,0923	1,2960
EHMG109	407,9591	54,9141	1,2462
EHMG112	1.800,8801	154,2706	1,1557
EHMG130	1.931,5100	224,7231	2,1717
EHMG131	1.459,4542	94,8062	1,1864
EHMG133	500,6632	144,9105	1,6130
EHMG149	762,1758	172,1391	1,1029

**Tabelle 31:** Koeffizientenschätzer des Modells 5, Gesamtmodell (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
EHMG152	1.454,2839	91,2077	1,1381
EHMG164	939,7479	144,0603	1,4308
AG1HMG020	2.327,5881	221,8586	1,0277
AG1HMG021	4.419,5872	329,8423	1,2037
AG1HMG038	1.495,9314	251,6772	1,0102
AG1HMG044	1.931,2341	507,0084	1,1737
AG1HMG046	741,7532	184,0990	1,1273
AG1HMG066	389,9031	71,3005	2,1257
AG1HMG067	4.989,8448	227,5519	1,1976
AG1HMG068	1.751,5128	369,5953	1,1308
AG1HMG069	2.500,0604	161,6346	1,1021
AG1HMG070	8.125,3436	469,8378	1,1776
AG1HMG071	6.391,9422	417,9309	1,0159
AG1HMG073	-922,9581	196,0684	1,0471
AG1HMG074	2.380,5617	111,0892	1,1471
AG1HMG079	1.870,6454	182,1056	1,4795
AG1HMG080	4.052,0298	289,8260	1,0680
AG1HMG087	4.527,3357	377,3707	1,2075
AG1HMG088	1.299,0212	128,2071	1,3470
AG1HMG092	4.043,9725	459,3063	1,0154
AG1HMG100	1.683,0003	277,1745	1,0330
AG1HMG107	-9.060,8656	543,4751	1,3812
AG1HMG109	-475,2486	39,6090	1,2166
AG1HMG111	3.722,5847	473,0247	1,1811
AG1HMG164	9.684,7640	320,5739	1,1210
AG3HMG004	-8.402,4555	303,7731	2,6107
AG3HMG005	-3.468,5662	212,3043	2,4041
AG3HMG006	-4.959,9422	230,8557	3,0377
AG3HMG008	-7.499,3868	154,4071	3,9806
AG3HMG009	-4.984,0858	176,3527	3,2397
AG3HMG010	-2.392,9712	168,5749	2,2138
AG3HMG011	-2.226,4638	244,7693	3,4586



**Tabelle 31:** Koeffizientenschätzer des Modells 5, Gesamtmodell (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
AG3HMG012	-1.448,8975	155,6408	1,4549
AG3HMG013	-797,4896	42,1142	4,4479
AG3HMG021	-4.752,8463	222,2936	1,5701
AG3HMG023	-853,7192	75,2155	1,4681
AG3HMG044	-5.648,2143	189,2743	3,3641
AG3HMG046	-565,9591	57,5700	3,2215
AG3HMG054	-2.232,7118	107,8211	1,5581
AG3HMG057	-159,3568	27,3100	2,2594
AG3HMG068	-1.317,1447	181,0378	1,7287
AG3HMG070	-2.930,2360	323,2051	1,4212
AG3HMG072	-5.272,3218	129,8583	1,2661
AG3HMG075	-2.223,8660	173,3578	1,8393
AG3HMG079	-1.452,2156	108,8000	4,2736
AG3HMG086	-180,6867	38,9903	3,7478
AG3HMG095	-2.400,2309	235,7087	2,6106
AG3HMG096	-880,2653	116,3607	5,0226
AG3HMG108	882,0582	179,7347	3,3389
AG3HMG111	-4.248,0859	212,9307	3,1208
AG3HMG130	1.179,2164	192,1738	4,4090
AG3HMG133	-1.096,6440	100,8063	3,8587
AG3HMG134	-3.392,6338	190,9123	5,8364
AG3HMG152	456,9024	42,5473	1,5200
AG3HMG162	-414,8030	95,5596	6,6540
AG3HMG164	-593,2367	93,9013	3,8096
AG3HMG184	-3.130,8731	233,2820	1,7466
HMG008HMG091	1.143,5309	133,7513	1,5827
HMG008HMG164	-1.876,9558	254,1636	1,1041
HMG010HMG165	1.325,1086	299,5260	1,1072
HMG012HMG074	1.531,2359	217,4965	1,1644
HMG013HMG031	984,3603	165,5473	1,1739
HMG013HMG045	1.839,5384	209,5086	1,1582
HMG013HMG049	-686,7036	80,3990	1,1860

**Tabelle 31:** Koeffizientenschätzer des Modells 5, Gesamtmodell (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG013HMG057	-264,0311	59,8121	1,2143
HMG013HMG073	-852,8143	118,4849	1,1302
HMG013HMG080	-373,8977	52,3211	1,3406
HMG013HMG149	-630,8727	187,3811	1,0799
HMG015HMG020	-498,6225	72,9380	2,7852
HMG015HMG071	286,3318	56,4990	1,8419
HMG015HMG080	544,3670	52,7590	1,6055
HMG016HMG020	-551,4943	124,8789	1,3109
HMG017HMG020	-667,6412	71,9236	2,6339
HMG019HMG075	2.255,5665	247,2305	1,1716
HMG024HMG080	1.031,8807	162,6661	1,0074
HMG026HMG052	-572,7289	144,1367	1,2762
HMG027HMG051	1.639,3319	198,7382	1,1587
HMG027HMG052	1.673,6496	137,7343	1,2711
HMG031HMG033	1.282,3711	257,7957	1,0809
HMG033HMG041	1.059,3107	192,9481	1,0656
HMG036HMG056	500,0727	128,8079	1,0701
HMG036HMG067	1.372,2118	266,0191	1,0683
HMG038HMG041	1.182,5034	76,3186	1,2513
HMG038HMG080	-454,4413	61,8757	1,2345
HMG038HMG109	-288,7954	64,7122	1,2090
HMG038HMG152	787,0533	111,4775	1,0922
HMG039HMG058	481,7692	102,4540	1,1388
HMG041HMG109	574,2516	66,8066	1,2601
HMG041HMG162	-345,0631	78,1836	1,6690
HMG044HMG131	1.066,0934	220,1873	1,2559
HMG046HMG068	2.859,4453	436,7913	1,0579
HMG047HMG091	375,4377	91,7842	1,5473
HMG048HMG073	936,4958	151,0694	1,2219
HMG049HMG056	-812,3935	92,9732	1,1569
HMG049HMG074	-361,2662	76,1560	1,3045
HMG049HMG080	-789,4695	45,6089	1,7056

**Tabelle 31:** Koeffizientenschätzer des Modells 5, Gesamtmodell (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
HMG049HMG084	-274,0085	49,1649	1,3890
HMG051HMG056	1.823,0874	142,5411	1,2050
HMG051HMG058	1.353,5052	131,8985	1,1867
HMG052HMG054	1.580,0759	158,2580	1,1784
HMG052HMG058	357,5067	84,6939	1,1979
HMG052HMG071	-631,3501	103,7872	1,1693
HMG053HMG056	671,4899	154,3110	1,1024
HMG054HMG073	-2.306,9370	175,2920	1,1911
HMG057HMG067	2.473,7890	214,7356	1,1164
HMG058HMG071	-331,8816	67,6286	1,2115
HMG058HMG080	-354,3978	53,1850	1,2183
HMG067HMG070	6.428,6027	438,2880	1,1586
HMG067HMG075	4.414,4860	209,5724	1,4085
HMG068HMG072	-1.932,7353	250,4993	1,3117
HMG068HMG133	1.602,7831	230,5366	1,3247
HMG069HMG074	1.984,3380	203,1960	1,0820
HMG073HMG080	-688,7738	70,6117	1,3980
HMG074HMG152	476,0675	139,6331	1,0696
HMG079HMG109	680,2369	88,5636	1,9015
HMG079HMG112	-779,3282	106,4962	1,5730
HMG080HMG109	365,4665	35,1352	1,5436
HMG080HMG164	-831,8907	91,0697	1,5640
HMG080HMG175	1.936,3783	468,5234	1,4495
HMG084HMG091	-151,1755	22,6479	1,7634
HMG091HMG103	489,6049	98,1988	1,8063
HMG131HMG176	6.520,4532	260,2552	1,2330
HMG134HMG176	3.559,4341	303,4063	1,4408
SexwHMG001	-1.365,0619	301,7586	1,2669
SexwHMG002	-748,3878	154,6789	2,0248
SexwHMG005	-1.303,0124	209,7956	1,9172
SexwHMG006	-2.031,8353	217,5667	1,9913
SexwHMG007	-625,6433	103,9496	2,0393

**Tabelle 31:** Koeffizientenschätzer des Modells 5, Gesamtmodell (*Fortsetzung*)

Variable	Schätzer	Standardfehler	VIF
SexwHMG009	1.347,8857	163,9115	2,0765
SexwHMG011	-1.141,1353	222,3905	2,0244
SexwHMG013	157,2597	36,5478	2,2141
SexwHMG023	-322,0220	69,4653	1,6024
SexwHMG025	-672,7733	161,8612	1,7071
SexwHMG035	-69.661,5835	2.289,3948	1,0307
SexwHMG044	-2.967,7445	166,3126	2,3243
SexwHMG046	206,4680	52,1109	2,0905
SexwHMG054	309,3991	81,0005	2,2843
SexwHMG056	356,2400	52,5708	2,6471
SexwHMG067	-1.417,4206	116,8449	1,9654
SexwHMG068	-1.198,9980	169,9081	2,1584
SexwHMG073	-545,5226	59,4071	2,5901
SexwHMG087	1.395,9806	311,0193	1,2001
SexwHMG095	835,2517	228,2540	2,0294
SexwHMG104	-846,9773	155,3901	1,7541
SexwHMG105	-359,7840	43,8890	1,8488
SexwHMG106	-285,0199	45,7020	2,2592
SexwHMG107	-1.695,6586	477,2046	2,2380
SexwHMG111	-963,0430	196,9933	1,7574
SexwHMG130	958,0605	147,8399	1,8175
SexwHMG134	638,7076	142,8952	2,1311
SexwHMG161	804,0967	191,5762	1,4620
SexwHMG165	-361,0862	61,4599	3,3903
SexwHMG174	-6.531,6318	730,9539	1,9172

## B. Bezeichnungen der Morbiditätsgruppen

Die folgende Tabelle enthält die Nummerierung der Morbiditätsgruppen und ihre Bezeichnungen, wie sie den Angaben des Bundesversicherungsamtes zu entnehmen sind.<sup>279</sup>

**Tabelle 32:** Bezeichnungen der Morbiditätsgruppen

MG	Bezeichnung
1	HIV, AIDS (mit Dauermedikation)
2	Sepsis/Schock
3	Nicht virale Infektionen des Zentral-Nervensystems
4	Myeloische Leukämie
5	Infektionen durch opportunistische Erreger
6	Multiples Myelom, akute lymphatische Leukämie
7	Non-Hodgkin-Lymphom, Morbus Hodgkin, chronisch lymphatische Leukämie
8	Lungenmetastasen und Metastasen der Verdauungsorgane
9	Metastasen sonstiger Lokalisation, Kaposi-Sarkom
10	Lymphknotenmetastasen
11	Bösartige Neubildung des Dünndarms, Peritoneums, Gallenblase, Leber, Pankreas
12	Andere schwerwiegende bösartige Neubildungen
13	Sonstige ernste bösartige Neubildungen
14	Andere Neubildungen
15	Diabetes mit renalen oder multiplen Manifestationen
16	Diabetes mit peripheren zirkulatorischen Manifestationen oder Ketoazidose
17	Diabetes mit sonstigen Komplikationen
19	Diabetes ohne oder mit nicht näher bezeichneten Komplikationen
20	Typ I Diabetes mellitus
21	Sehr schwere Stoffwechselstörungen (Hypopituitarismus, alpha-1-Antitrypsinmangel, näher bezeichnete Sphingolipidosen)
22	Andere kostenintensive schwerwiegende endokrine und Stoffwechselerkrankungen

<sup>279</sup> Vgl. Bundesversicherungsamt (2009d).

**Tabelle 32:** Bezeichnungen der Morbiditätsgruppen (*Fortsetzung*)

MG	Bezeichnung
23	Andere schwerwiegende endokrine und Stoffwechselerkrankungen
24	Porphyrie, Histiozytose
25	Terminale Lebererkrankung
26	Leberzirrhose
27	Chronische Hepatitis
28	Leberversagen, akute Lebererkrankung
29	Sonstige virale Hepatitis (ohne HAV), akut oder nicht näher bezeichneter Verlauf ohne Leberkoma
31	Ileus
33	Chronisch entzündliche Darmerkrankungen
35	Hämophile mit Dauermedikation
36	Ösophagitis, Reflux und andere Erkrankungen der Speiseröhre (ohne Ulkus und Blutung)
37	Entzündung / Nekrose von Knochen / Gelenken / Muskeln
38	Rheumatoide Arthritis und entzündliche Bindegewebserkrankungen
39	Spinalkanalstenose
40	Osteoarthritis der Hüfte oder des Knies
41	Nicht postmenopausale Osteoporose
42	Postmenopausale Osteoporose
43	Hämophilie ohne Dauermedikation (Männer)
44	Myelodysplastisches Syndrom und andere schwerwiegende hämatologische Erkrankungen
45	Agranulozytose und andere Störungen des Immunsystems
46	Sonstige Gerinnungsstörungen
47	Morbus Alzheimer, normotensiver Hydrozephalus
48	Delir und Enzephalopathie
49	Sonstige Demenzerkrankungen
51	Alkohol- oder drogeninduzierte Psychose
52	Alkohol- oder Drogenabhängigkeit
53	Schädlicher Gebrauch von Alkohol / Drogen ohne Abhängigkeits-syndrom
54	Schizophrenie

**Tabelle 32:** Bezeichnungen der Morbiditätsgruppen (*Fortsetzung*)

MG	Bezeichnung
55	Bipolare affektive Störungen, Anorexia nervosa, Bulimie
56	Wahn, Psychosen, psychotische und dissoziative Störungen
57	Depressive Episoden (nicht näher bezeichnet)
58	Depression
66	Aufmerksamkeits-Defizit-Syndrom
67	Quadriplegie, andere ausgeprägte Lähmungen
68	Querschnittslähmung
69	Erkrankungen / Verletzungen des Rückenmarks
70	Muskeldystrophie
71	Polyneuropathie
72	Multiple Sklerose
73	Morbus Parkinson und Chorea Huntington
74	Epilepsie
75	Koma, Hirnödem / hypoxische Hirnschäden
79	Akutes Lungenödem und respiratorische Insuffizienz
80	Herzinsuffizienz
81	Akuter Myokardinfarkt
82	Instabile Angina pectoris und andere akute ischämische Herzerkrankungen
83	Angina pectoris / Z. n. altem Myokardinfarkt
84	Koronare Herzkrankheit / andere chronisch-ischämische Erkrankungen des Herzens
86	Erworbene Erkrankungen der Herzklappen und rheumatische Herzerkrankungen
87	Schwere angeborene Herzfehler
88	Andere angeborene Herzfehler
89	Hypertensive Herz- und Nierenerkrankung oder Enzephalopathie
90	Hypertensive Herzerkrankung
91	Hypertonie
92	Näher bezeichnete Arrhythmien
95	Zerebrale Blutung
96	Zerebrale Ischämie oder nicht näher bezeichneter Schlaganfall

**Tabelle 32:** Bezeichnungen der Morbiditätsgruppen (*Fortsetzung*)

MG	Bezeichnung
100	Hemiplegie / Hemiparese
101	Diplegie der oberen Extremitäten, Monoplegie und andere Lähmungen
103	Nicht näher spezifizierte Spätfolgen zerebrovaskulärer Erkrankungen
104	Atherosklerose mit Ulkus oder Gangrän
105	Periphere Gefäßerkrankungen
106	Atherosklerose, arterielles Aneurysma und sonstige, nicht näher bezeichneten Krankheiten der Arterien und Arteriolen
107	Mukoviszidose
108	Status asthmaticus (Alter > 17 Jahre), postinflammatorische Lungenfibrose
109	Chronische obstruktive Bronchitis / Emphysem (Alter > 17 Jahre), Asthma bronchiale, Status asthmaticus (Alter < 18 Jahre)
110	Chronische obstruktive Bronchitis / Emphysem (Alter < 18 Jahre)
111	Aspiration und näher bezeichnete bakterielle Pneumonien
112	Sonstige Pneumonien, Empyem, Lungenabszess
130	Dialysestatus
131	Nierenversagen
132	Nephritis
133	Neurogene Blase
134	Fortgeschrittene chronische Niereninsuffizienz
136	Nierenfunktionsstörung
143	Hämophilie ohne Dauermedikation (Frauen)
146	Schwangerschaft
149	Hautulkus (ohne Dekubitalulzera)
152	Schwerwiegende bakterielle Infektionen der Unterhaut und des Fettgewebes
157	Wirbelkörperfrakturen
158	Hüftluxation
159	Pathologische Fraktur des Humerus, der Schulter, der Tibia oder Fibula
161	Traumatische Amputation
162	Femur- und Beckenfraktur, andere pathologische Frakturen



**Tabelle 32:** Bezeichnungen der Morbiditätsgruppen (*Fortsetzung*)

MG	Bezeichnung
164	Schwerwiegende Komplikationen
165	Andere iatrogene Komplikationen
174	Transplantation von Lunge, Graft-versus-host-Krankheit, Registrierung zur Organtransplantation sonstige Organe
175	Transplantation von Leber, Herz oder Pankreas
176	Transplantation der Niere (inkl. Registrierung)
177	Transplantation sonstiger Organe
184	HIV, AIDS (ohne Dauermedikation)

## Danksagung

Ich habe das Glück, dass ich jederzeit auf die Hilfe und Unterstützung vieler Menschen zählen kann. Sie alle haben dazu beigetragen, dass ich meine Promotion beginnen, durchhalten und schließlich zu einem schönen Abschluss bringen konnte - allen voran mein Partner, meine Familie und meine Freunde. Ihnen gilt mein herzlicher Dank.

Ganz besonders möchte ich Herrn Prof. Wasem danken: Danke für all die Chancen, die ich bekommen habe, für die aufmerksame Unterstützung, die ich im Rahmen dieser Arbeit und auch hinsichtlich meiner fachlichen und beruflichen Weiterentwicklung stets erfahren habe, und den Spaß, den die Zusammenarbeit bereitet.

Herrn Prof. Assenmacher möchte ich für die Übernahme des Zweitgutachtens und die wohlwollende Begleitung während meiner gesamten universitären Ausbildung danken.

Herrn Dr. Göppfarth und seinem Team gilt mein Dank für den fachlich so hilfreichen Austausch und die Herzlichkeit, mit der ich empfangen wurde.

Zu guter Letzt möchte ich meinen Kolleginnen und Kollegen danken: Es waren tolle Diss-Jahre mit Euch!

## Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle wörtlich oder inhaltlich übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Ich versichere außerdem, dass ich die beigelegte Dissertation nur in diesem und keinem anderen Promotionsverfahren eingereicht habe und dass diesem Promotionsverfahren keine endgültig gescheiterten Promotionsverfahren vorausgegangen sind.

*Ort, Datum*

*Sonja Schillo*